

2018. április

meteor

Kétfős spirálgalaxis



SZJA 1%!
Az MCSE adószáma:
19009162-2-43



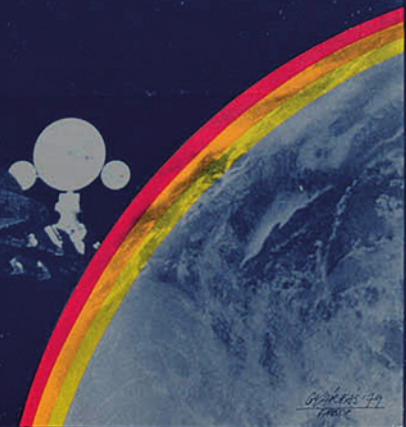
meteor.mcse.hu

2001- ŰR- ODÜSSZEA

SZÍNES, TUDOMÁNYOS-
FANTASZTIKUS
ANGOL FILM

RENDEZTE: STANLEY KUBRICK

FORGALMAZÓ:
METRO-GOLDWYN-MAYER



Stanley Kubrick
1968

A MAGYAR CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET LAPJA
Journal of the Hungarian Astronomical Association
H-1300 Budapest, Pf. 148., Hungary
1037 Budapest, Laborc u. 2/C.
TELEFON: (1) 240-7708, +36-70-548-9124
E-MAIL: meteor@mcse.hu,
HONLAP: **meteor.mcse.hu**
HU ISSN 0133-249X
KIADÓ: **Magyar Csillagászati Egyesület**

**MAGYARORSZÁGON TERJESZTI
A MAGYAR POSTA ZRT.**

**HÍRLAP TERJESZTÉSI KÖZPONT.
A KÉZBESÍTÉSSEL KAPCSOLATOS REKLAMÁCIÓKAT
TELEFONON (06-1-767-8262) KÉRJÜK JELEZNI!**

FŐSZERKESZTŐ: Mizser Attila
SZERKESZTŐBIZOTTSÁG: Dr. Fűrész Gábor,
Dr. Kiss László, Dr. Kereszturi Ákos, Dr. Kolláth Zoltán,
Mizser Attila, Dr. Sánta Gábor, Sárneckzy Krisztián,
Dr. Szabados László, Dr. Szalai Tamás és Tóth Krisztián.
FELELŐS KIADÓ: az MCSE elnöke

A METEOR ELŐFIZETÉSI DÍJA 2018-RA:
nem tagok számára 7800 Ft
Egy szám ára: 650 Ft
AZ EGYESÜLETI TAGSÁG FORMÁI (2018)
rendes tagsági díj (jogi személyek számára is)
(illetmény: Meteor+ Csill. évkönyv) 7500 Ft
ifjúsági tagság 3750 Ft
családi tagság 11 250 Ft
rendes tagsági díj (RO, SRB, SK) 7500 Ft
más országok 18 500 Ft

AZ MCSE BANKSZÁMLA-SZÁMA:
62900177-16700448-00000000
IBAN szám: HU61 6290 0177 1670
0448 0000 0000, BIC: TAKBHUHBXXX
AZ MCSE ADÓSZÁMA: 19009162-2-43

Az MCSE a beküldött anyagokat nonprofit céllal megjelentetheti írott és elektronikus fórumain, hacsak a szerző írásban másként nem rendelkezik.
Tilos a kiadvány bármely részét sokszorosítani, reprodukálni akár elektronikus, akár mechanikus úton, beleértve a fényképezést és más módokat is, valamint bármilyen információátvitel és visszakereső rendszerben tárolni a Magyar Csillagászati Egyesület előzetes írásos engedélye nélkül.

**KÉRJÜK, TÁMOGASSA A METEORT AZ SZJA 1%-ÁNAK
FELAJÁNLÁSÁVAL IS!**
AZ MCSE ADÓSZÁMA: 19009162-2-43

Tartalom

Stephen Hawking (1942–2018)	3
Újabb 133 évre elindították a rostocki csillagászati óra naptárát	4
Bemutatták a Csillagnézőket	8
Én, a csillagnéző	11
Csillagnézők – szerintem	13
50 éves az Űrodüsszeia	14
Csillagászati hírek	18
Mit látunk a vörös bolygón? I. A Mars alakzatai kis távcsővel	22
Mesterséges égitestek Mű- és valódi holdak	31
Üstökösök Őszi ögyelgők	34
Amerikai anizx	41
Mélyég-objektumok Rejtett mélységek	50
Változócsillagok Változócsillagászat 2.0	56
Jelenségnaptár – Programajánló	64
Egy százalék a csillagászatnak	68

XLVIII. évfolyam 4. (502.) szám
Lapzártá: 2018. március 25.

**CÍMLAPUNKON: A TÖLÜNK MINTEGY 22,5 MILLIÓ FÉNYEV
TÁVOLSÁGRA LEVŐ NGC 3344 SPIRÁLIS GALAXIS A LEO
MINOR CSILLAGKÉPBN, A HUBBLE-ŰRTÁVCSÓ FELVÉTELÉN
(NASA/ESA/HUBBLE-ŰRTÁVCSÓ).
BŐVEBBEN L. CIKKÜNKET AZ 55. OLDALON!**

ROVATVEZETŐINK

NAP

Hannák Judit
1042 Budapest, Petőfi u. 24., IX/27.
E-mail: nap@mcse.hu, tel.: +36-30-542-6880

HOLD

Görgei Zoltán
6500 Baja, Kálvária u. 94.
E-mail: hold@mcse.hu

BOLYGÓK

Kiss Áron Keve
2600 Vác, Báthori u. 15.
E-mail: bolygok@mcse.hu

ÜSTÖKÖSÖK, KISBOLYGÓK

Sárneczky Krisztián
1131 Budapest, Göncöl u. 43. XIV. lh. II/11.
Tel.: +36-20-984-0978, E-mail: sky@mcse.hu

METEOROK

Presits Péter
1053 Budapest, Henszlmann I. u. 3. III/13.
E-mail: presitspeter@gmail.com

FEDÉSEK, FOGYATKOZÁSOK

Szabó Sándor
9400 Sopron, Szellő u. 27.
Tel.: +36-20-485-0040, E-mail: castell.nova@chello.hu

KETTŐSCSILLAGOK

Szklénár Tamás
5551 Csabacsúd, Dózsá Gy. u. 41.
E-mail: szklenartamas@gmail.com

VÁLTOZÓCSILLAGOK

Kiss László, Kovács István, Jakabfi Tamás
MCSE, 1300 Budapest, Pf. 148.
E-mail: vcpsz@mcse.hu, Tel.: +36-30-491-1682

MÉLYÉG-OBJEKTUMOK

Sánta Gábor
MCSE, 1300 Budapest, Pf. 148.
E-mail: melyeg@mcse.hu

SZABADSZEMES JELENSÉGEK

Landy-Gyebnár Mónika
8200 Veszprém, Boglárka u. 18.
E-mail: landy.gyebnar@gmail.com

CSILLAGÁSZATI HÍREK

Molnár Péter
MCSE, 1300 Budapest, Pf. 148.
E-mail: mpt@mcse.hu

CSILLAGÁSZATTÖRTÉNET

Keszthelyi Sándor
7625 Pécs, Aradi vértanúk u. 8.
E-mail: keszthelyi.sandor52@gmail.com

A TÁVCSÖVEK VILÁGA

Kurucz János
5440 Kunszentmárton, Tiszakürti u. 412.
E-mail: sidius4@gmail.com

DIGITÁLIS ASZTROFOTÓZÁS

Fűrész Gábor
8000 Székesfehérvár, Pozsonyi út 87.
E-mail: gfuresz@mit.edu, Tel.: (21) 252-6401

Az észlelések beküldési határideje minden hónap 6-ai!
Kérjük, a megfigyeléseket közvetlenül rovatvezetőinkhez küldjék elektronikus vagy hagyományos formában, ezzel is segítve a Meteor összeállítását. A képek formátumával kapcsolatos információk a meteor.mcse.hu honlapon megtalálhatók. Ugyanitt letölthetők az egyes rovatok észlelőlapjai.
Az észlelések online-feltöltése: eszlelesek.mcse.hu

ÉSZLELÉSI ROVATAINKBAN ALKALMAZOTT GYAKORIBB RÖVIDÍTÉSEK:

CM	centrálmeridián
Ha	H-alfa észlelés (Nap)
DF	diffúz kód
GH	gömbhalmaz
GX	galaxis
NY	nyílthalmaz
PL	planetáris kód
SK	sötét kód
DC	a kóma sűrűsödésének foka (üstökösöknél)
DM	fényességkülönbség
EL	elfordított látás
É	észak
D	dél
K	kelet
Ny	nyugat
KL	közvetlen látás
LM	látómező (nagyság)
m	magnitúdó
öh	összehasonlítható csillag
PA	pozíciószög
S	látszó szögtávolság (kettőscsillagok)

MŰSZEREK:

B	binokulár
DK	Dall–Kirkham-távcső
L	lencsés távcső (refraktor)
M	monokulár
MC	Makszutow–Cassegrain-távcső
SC	Schmidt–Cassegrain-távcső
RC	Ritchey–Chrétien-távcső
T	Newton-reflektor
Y	Yolo-távcső
F	fotóobjektív
SZ	szabadszemés észlelés

HIRDETÉSI DÍJAINK:

Hátsó borító: 40 000 Ft
Belső borító: 30 000 Ft
Belső oldalak: 1/1 oldal 25 000 Ft, 1/2 oldal 12 500 Ft,
1/4 oldal 6250 Ft, 1/8 oldal 3125 Ft.
(Az összegek az áfát nem tartalmazzák!)

Nonprofit jellegű csillagászati hirdetéseket (találkozó, táborok, pályázati felhívások) díjtalanul közlünk.

Tagjaink, előfizetőink apróhirdetéseit – legfeljebb 10 sor terjedelemben – díjtalanul közöljük.

Az apróhirdetések szövegét írásban kérjük megküldeni az MCSE címére (1300 Budapest, Pf. 148.), e-mail: meteor@mcse.hu. A hirdetések tartalmáért szerkesztőségünk nem vállal felelősséget.

Stephen Hawking (1942–2018)

Bizonyos, hogy mindenki, aki a tudományok iránt akár a legcsekélyebb érdeklődést is mutatja, találkozott már Stephen Hawking nevével. Ismeretterjesztő csatornákon számtalanszor találkozhattunk vele, amint a Világegyetem alapvető kérdéseivel foglalkozik. Ismeretterjesztő műveinek jó része magyarul is elérhető. Valószínű, hogy mindezek ellenére – nem lévén angol anyanyelvűek, ill. angol nyelvterületen élők – nem látjuk át teljesen az ismeretterjesztésben, a tudománykommunikációban betöltött szerepét. Szellemi alkotásainak teljességét, jelentőségét és újszerűségét feltehetően csak a képzett fizikusok legjobbjai ismerhették fel a maguk teljességében.

1942-ben született Oxfordban, szerény anyagi körülményeik dacára egyetemi tanulmányokat folytató hallgatók gyermekeként. Akárcsak Einstein – akihez többen is hasonlítják – Hawking kezdetben nem emelkedett ki tanulmányi eredményeivel. Tizenhat éves korától tanára hatására fordult érdeklődése komolyan a matematika felé, így később fizikát és kémiát kezdett tanulni az University College (Oxford) falai között, de érdeklődése gyorsan az elméleti fizika felé fordult. Itt kitűnő minősítéssel végzett, majd tanulmányait a cambridge-i Trinity Hallban folytatta – kissé csodálódottan amiatt, hogy nem az ismert Fred Hoyle csillagász irányítása alá került.

Már oxfordi évei alatt furcsa jeleket vett észre magán. Nehezebbé vált a fizikai erő kifejtés, minden ok nélkül többször elesett, beszéde megváltozott. Az elvégzett orvosi vizsgálatok lesújtó diagnózist adtak: amiotrófiás laterálszklerózis. A kór következtében a központi idegrendszer mozgató idegsejtjeinek pusztulása miatt az akaratlagos izmok fokozatosan gyengülnek, majd elsorvadnak. A világ alapvető kérdéseire választ kereső 21 esztendőes kiváló tehetségnek alig két évet adtak orvosai.

A beteg azonban nem adta fel: a diagnózis felállítását követően 55 évig, egészen 76 éves korában, 2018. március 14-én bekövetkezett haláláig aktív maradt. Betegségével együttélve, fokozatosan romló állapota mellett maradandót alkotott a relativitáselmélet és kvantumfizika területén. Kutatásai kiterjedtek az Univerzum keletkezésének, fejlődésének legfontosabb kérdéseire, a fekete lyukakra, ezekkel kapcsolatban az információ megmaradásának kérdéseire, a jövőben kiteljesedő kvantumgravitáció alapjaira. A végzetes betegség dacára végzett fáradhatatlan munka példa lehet mindannyiunk számára – mindehhez Hawkingnak számos kutató, mérnök, ápoló odaadó segítségére, ötletességére volt szüksége.

Tudományos eredményei nem merültek ki a szakemberek számára írt könyvekben vagy a kiváló ismeretterjesztő munkákban. A lányával, Lucyval közösen készített George-sorozat (pl. a George titkos kulcsa a Világegyetemhez) kifejezetten gyermekek számára íródott, célja az elméleti fizika alapjainak megismertetése, a figyelem felkeltése. A sorozat követendő példát állít elénk: szinte bármilyen bonyolult jelenség, fizikai folyamat lényegében bármely korosztálynak, bármely előképzettséggű érdeklődő közönségnek elmagyarázható – ha megtaláljuk a hozzájuk vezető, számukra érthető nyelvet. Ez pedig kulcsfontosságú nem csak a fiatalok, hanem általában minden ember figyelmének a tudomány felé fordításában, hiszen: „Egy politikailag, szociálisan és a természeti környezet tekintetében káoszba süllyedt világban hogyan élheti túl az emberiség a következő 100 évet? Nem tudom a választ. Azért kérdezem, hogy az emberek elgondolkodjanak, és tisztában legyenek a rájuk leselkedő veszélyekkel.” (Stephen Hawking interneten feltett nyílt kérdése 2006-ból).

Molnár Péter

Újabb 133 évre elindították a rostocki csillagászati óra naptárát

A XII–XIII. századi Európa ugrásszerű fejlődésen ment át. Olyan technikai eszközök és eljárások jelentek meg és terjedtek el széles körben, mint a rokka, a szélmalom, a papírkészítés, az asztrolábium, a mágneses iránytű, vagy a mechanikus óra. Elkezdődött a nagyobb méretű, a korábbinál stabilabb tengerjáró hajók építése, amelyekből – mindenekelőtt a pontosabb navigációs eszközök és a puskaalkalmazásával – ütöképes flottákat lehetett létrehozni. Megindult a hosszú járatú tengeri kereskedelem, melynek révén egyre gazdagodó kereskedővárosok alakultak ki.

Észak-Európában a megerősödő kereskedővárosok érdekeit egyeztetve együttműködésre törekedtek, melynek eredményeként létrehozták az úgynevezett Hanza-szövetséget. Az 1669-ig fennálló szövetség fénykorában magába foglalta az egész Balti-tengeri régiót, mintegy 220 város volt a tagja, vezetője pedig az 1158–1159-ben újralapított Lübeck lett. Az erős gazdaság ösztönző hatással volt a térség tudományos és kulturális életére is. Bár megjelennek az első egyetemek (Rostock 1419, Greifswald 1456), de a tudományos élet központjai sokáig a kolostorok, templomok maradtak. Egyrészt itt álltak rendelkezésre a korábbi bölcsek megfigyeléseit, következtetéseit tartalmazó iratok, így a mechanikával, csillagászzal és asztrológiával kapcsolatos ismeretek is, amelyek tanulmányozását a szerzetesrendekben előírták, másrészt a szerzeteseknek fizikai munkát is kellett végezniük, melynek során lehetőség nyílt a munkát segítő új technológiák, módszerek megismerésére és elsajátítására, vagy akár kifejlesztésére is.

A korabeli mechanikai és csillagászati ismeretek és technológiák a csillagászati órák megalkotásában csúcsosodtak ki. Az első mechanikus órák még nagyméretűek voltak, súlyhajtással és orsószerszerkezettel voltak ellátva, és az óraműködés pontos

beállítására egy vízszintesen ide-oda billegő fém rúd szolgált, amelynek tehetetlenségi nyomatékát változtatni lehetett. Mivel egy ilyen óra elkészítése nem volt egyszerű és olcsó dolog, nem véletlen, hogy a reális igény a megvalósításukra csak a gazdag városokban merülhetett fel. Nem ismert, hogy kinek a fejéből pattant ki az ötlet első, az viszont ismeretes, hogy Rostockban már 1379-ben döntés született egy óra felállításáról, amelynek megtervezésével egy Magistro orlogiinek nevezett lübecki mestert bízták meg. Az első csillagászati óra azonban mégsem ott készült el, hanem a közeli Bad Doberanban 1390-ben, majd ezt követték a Hanza-órcasalád többi tagjai Stralsundban (1394), Münsterben (1398), Lübeckben (1405, l. Meteor 2017/4. 48–49. oldal), Wismarban (~1421), Lundban (~1424), Stendalban (~1435), majd Danzigban (a mai Gdanskban) 1463-ban. Rostockban az elhatározást követően majdnem száz év múlva, 1472-ben készült csak el a csillagászati óra, amíg azonban a többi óra ma már részben vagy teljes egészében működésképtelen, addig a rostocki óra a mai napig funkcionál, ráadásul az eredeti alkatrészekkel.

A 4 méter széles és 11 méter magas órát a Sankt Marienkirche főoltára mögött, attól kb. 2 méterre állították fel. Maga az óraszerkezet az oltár mögötti térben, kb. 8 méter magasan, egy dobogó gerendáihoz rögzítve helyezkedik el. Itt található az a kar is, amelynek segítségével a súlyt egy dobra lehet felcsévélni, azaz az órát felhúzni. A folyamatos működéshez erre a műveletre naponta van szükség, a feladatra hét személy van kijelölve, akik beosztás szerint, reggel 6 órakor elvégzik az acélsodronyon függő súly felhúzását. Az óraműnek kettős feladata van: az óra és a naptár működtetése. Az óra tetején, az óraműtől függetlenül működik egy harang- és órajáték is, amelyet 1641–1643-ban Lorentz Borchardt

és Zacharias Sebes készített. (Bár az utóbbi név magyaros hangzású, a mester azonban a német Zellerfeldben született 1601-ben, és Rostockban halt meg 1650-ben. Az apa Johann Sebes származásáról nincs adat közlése.) A forгатatókönyv szerint a harangjáték dallamára az apostolok sorban bebocsátást nyernek a Mennysországba, kivéve az utolsóként érkező Júdást, aki előtt becsukódik a Mennysország kapuja. (Később Júdás egy rövid időre mégis bejut a „Mennysországba”, addig az ideig, amíg a következő órajáték előtt csatlakozik az apostolokhoz.) A harangjátékot a verkli elvén működő szerkezet biztosítja: egy 78x27 cm-es hengerpaláston 3612 db lyuk van, amelyekbe tetszőlegesen fém pálcikák illeszthetők, melyek a dob forgásakor különböző hangot adó harangocskákhoz csapódnak.



A rostocki csillagászati óra (wikipedia.org)

Az óra számlapja fából készült, rajta dombművek és festett jelölések láthatók. A 2x12 órás beosztású, az órákat római számokkal jelző számlapról a napi időt, valamint asztronómiai és asztrológiai jelzéseket lehet leolvasni. Az órán nincs percmutató, az egyetlen óramutató viszont túlnyúlik a forgástengelyen: a mutatóujjban végződő egyik végén a nappali, a csillagban végződő másik végén pedig az éjszakai órát lehet leolvasni. (Ezért van a 2x12 órás beosztás.) A római számok alatt egy 20 perces beosztású körgyűrű fut, amelynek aktuális értékét ugyancsak az óramutató segítségével lehet leolvasni.

Az óra egyik legérdekesebb része az óramutatóra applikált kis asztrológiai óra, a Horas Planetarum. A káldeus asztrológia szerint ugyanis egy adott naphoz és a napfelkeltét követő órákhoz egy-egy uralkodó bolygó tartozik, és jó ha tudjuk, hogy cselekedeteink milyen bolygó hatása alatt állnak. Ennek megfelelően a Horas Planetarum számlapján a Nap, a Hold és öt bolygó latin neve, valamint asztrológiai szimbólumaik láthatók a következő sorrendben: SOLL, MARS, IUPITER, SATURN, LUNA, MERCUR, VENUS. Az aktuális értéket egy piros mutató mutatja. Az óramutató másik, csillag felőli részén egy további, immár 24 órás számlapú kis óra található, amelyet Zacharias Sebes portréja díszít. Ennél az óránál a számlap forog az óramutatón, és az idő a számlap pereménél olvasható le az óramutató segítségével.

A percbelosztásos gyűrű alatti körben a csillagjegyek szimbólumai láthatók: egy Nap-emblémával megjelölt, úgynevezett zodiákus mutató azon szimbólum fölött áll, amely csillagjegyben az adott napon a Nap felkel. A zodiákusok alatti körben a naptári hónapokat szimbolizáló 12 kép van körben elhelyezve. A képek azokat a munkálatokat jelenítik meg, amelyek az adott hónapra jellemzőek. Az aktuális hónapot szintén a zodiákus mutató jelzi. Egy Hold-emblémával megjelölt harmadik mutató arra a csillagjegy szimbólumra mutat, amely csillagjegyben a Hold jár.

A hónapszimbólumok alatt egy vékony körgyűrűben a 29,5 napos holdfázis-skála látható. Túl azon, hogy a skáláról leolvasható, hogy a Hold a ciklus hányadik napján van, a fázis egy stilizált Hold-kép segítségével is látható. Az óra közepét, más csillagászati óráknál megszokottan, a Draco csillagkép megjelenítése tölti ki.

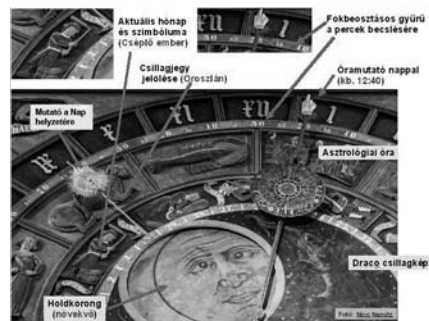
A középkori csillagászati órákon található szimbólumok, jelölések, megoldások nagyon hasonlóak egymáshoz, ezért leolvasásuk is hasonló módon történik. Mindez igaz például a Hanza-óracsaládtól térben távol levő, de időben azokhoz nagyon is közeli (1410-ben elkészült) prágai Orlojra is.

Noha az óra az adott időpillanatról nem kevés adatot szolgáltat, hosszabb távú, átfogó információt nem nyújt az időbeli eseményekről, például az egyes ünnepnapok esedékességéről. Ehhez olyan naptárra van szükség, amely napi bontásban legalább egy év adatait tartalmazza. Ezt a Hanza-óracsalád tagjainál egy naptárkoronggal oldották meg, amelyet az óraszerkezet naponta egyszer elmozdít egy mutató előtt. A rostocki naptárnál egy szobor pálcája képezi a mutatót. A közel 2 méter átmérőjű naptárkorong tölgyfából készült még a XIX. században, a középpontjában egy kisebb koronggal, amelyről a nappalok és éjszakák hosszát lehet leolvasni 20 perces felbontásban.

A naptárkorongra felfestett információt körgyűrűkből lehet kiolvasni, amelyek két csoportra oszthatók: 6 külső és 7 belső körgyűrű. A legkülső körön a hónapok nevei és azok napjainak száma olvasható. A második kör a napok jelzésére szolgál, ez 366 darab, egymást váltakozva követő piros és fehér négyzetből áll. Eredetileg azért alkalmaztak 366 beosztást, hogy a fehér és piros szín váltakozása a körben megmaradjon. Azt, hogy az év 365 napjának jelzésében mégse legyen elcsúszás, úgy érték el, hogy március 24. és 28. között az 5 négyzet helyett 6 keskenyebbet festettek fel. (Ezzel tulajdonképpen a szökőévek jelölése is megoldottnak mondható.) A harmadik külső kör a nap havi sorsszámát (azaz hányadika van), míg a negyedik a nap nevének rövidítését mutatja.

(Az utóbbinál A = vasárnap, B= hétfő, ... G = szombat.) Az ötödik körben a névnapok, míg a hatodikban a napkelte időpontja van feltüntetve. A centrális korong melletti legbelső körről a húsvétvasárnap dátuma olvasható le, míg a következő körről a az előző évi karácsony és az adott év nagyböjtje közötti idő heteinek és napjainak száma. A harmadik, úgynevezett indikációs kör azt mutatja meg, hogy a 15 éves adó- és kamatciklus hányadik évében járunk.

Az indikációs periódus tulajdonképpen az ókori népek 15 éves népszámlálási periódusából származtatható, ezt vették át a rómaiak, akiknél a császári rendelet nem csak a népesség összeírását, de az adó, későbbiekben pedig a kölcsönre felszámított kamat mértékét is meghatározta. Kiinduló év a Kr. e. 3. év volt, a cikluson belül az éveket 1–15-ig sorszámozták. Az indikációs periódusnál mellékes volt, hogy hányadik ciklusról van szó, a lényeges az év cikluson belüli sorszámanak ismerete volt, mivel azonos sorsszámú indikációs években az adó illetve a kölcsönre felszámított kamat mértéke ugyanannyi volt.



A rostocki csillagászati óra egy része

Nyugat-Európában a XIII. században terjedt el széles körben az úgynevezett pápai indikáció, amelynek ismerete a kereskedő népeknél, így a Hanza-városokban is – érthető módon – nagy fontossággal bírt. A negyedik kör azt mutatja meg, hogy a 28 éves naptári napciklusban az adott év hányadik. A 28 éves napciklusban az azonos sorsszámú években egy hónap adott sor-

számú napja azonos napra esik. Az ötödik körben az év első napjának neve szerepel a fentiekben már látott jelöléssel. Minden negyedik évben, a szökőéveknek ebben a körben nem egy, hanem két jelölés van: a külső jelzi a nap valódi nevét, amit januártól márciusig használtak, a belső a rákövetkező nap nevét, amit azért használtak, hogy elkerüljék a csúszást a következő évben. A belső körgyűrűk közül a hatodik tárgyalása előtt említjük meg a hetediket, amely a holdfázis 18,6 éves ciklusát mutatja.

A csillagászati óra naptárának természetesen a legfontosabb része az évszám mutatója. Az évszámokat a hatodik belső körgyűrű tartalmazza. A legutóbbi, negyedik naptárkorong 133 évet ölelt át, 1885-ben indult és 2017. december 31-ével zárult.



Herczeg Tamás és Manfred Schukowski professzor az óra készítőinek tiszteletére készült réztáblával (Wolfgang Fehlberg felvétele)

Felmerült a kérdés, hogy mi legyen a szolgálati idejét kitöltött naptárral, amely túlélte az időszakos gondozatlanságokat és szerencsésen átvészelt két világháborút is. Az óra és a naptár sorsát a város támogatásával a Rostocki Egyetem Csillagászati tanszéke vette gondjaiba, szakemberekkel és lelkes támogatókkal kijavították, felújították a szerkezetet, pontos mérésekkel folyamatosan nyomon követik az alkatrészek kopását. Manfred Schukowski professzor megtervezte az újabb 133 évre szóló naptárt. A tervezés előtt felmérték a régi naptár állagát,

és azt találták, hogy a tölgyfa korong, valamint a meghajtásáért felelős fogaskerék és fogasléc fém körgyűrű olyan jó állapotban van, hogy kicserélésük nem szükséges. Úgy határoztak, hogy az új naptárt nagyon könnyű, 1,5 mm vastag, nyírfából készült préselt lemezre festik fel, amit apró fémtüskékkel a régi naptár fölé rögzítenek, oly módon, hogy a régi naptár ne sérüljön meg. A régi naptáron megtartották a külső két körgyűrűt (hónapok neve a napok számával és piros-fehér négyzetek a napok jelölésére) valamint a nappalok és az esték hosszát jelző központi korongot. Az új naptárgyűrűt Marcus Mannewitz restaurátor 2009 szeptemberére készítette el, azt követően az új korongot a templomban tartották, hogy megfigyeljék, okoz-e valamilyen elváltozást (vetemedést, színváltozást) a templom klímája. A több éves tárolás alatt nem tapasztaltak semmilyen elváltozást, ezért 2017 októberében az új naptárt ráerősítették a régre. Mivel nem lehet tudni, hogy a vékony fémtüskék az elkövetkező közel 150 évben milyen mértékben korrodálódnak, illetve tartják meg stabilitásukat, ezért háromféle fémből készült tüskéket használtak.

A naptárt a 2018. január 1-i felavatásig letakarták. A zsúfolásig megtelt Sankt Marienkirchében az órát a város polgármestere, az egyetem rektora és a 89 éves Schuckowski professzor húzta fel, az órát és a naptárt a biztonsági szeg kihúzásával a legfiatalabb, 8 éves Schuckowski unoka indította el újabb 133 éves útjára. Bejelentették, hogy kérvényezik, hogy a rostocki csillagászati órát nyilvánítsák az UNESCO világörökség részének.

Az ünnepségen a Magyar Csillagászati Egyesület is képviseltette magát, Herczeg Tamás rézplakettet adott át az Egyesület nevében Schukowski professzornak. A plakett szövege: „Ehre den Konstrukteuren der Uhr. Ungarischer Astronomischer Verein. 01.01.2018.”

Jelen cikk az MCSE Napóra Szakcsoport XIII. Találkozóján elhangzott előadás alapján készült.

Herczeg Tamás

Bemutatták a Csillagnézőket

Február 19-én a Magyar Tudományos Akadémia székházában bemutatták a Csillagnézők című filmet. Az eseményt óriási figyelem övezte, mintegy 600–650 érdeklődő kísérte figyelemmel a vetítést. Egyidejűleg két teremben láthatták az alkotást: a Díszteremben és a Nagyteremben.

A 17:30-kor kezdődő filmbemutatót Rédey Soma, az MTA Kommunikációs Főosztály helyettes vezetője nyitotta meg, majd Mizser Attila, az MCSE főtitkára beszélt röviden a Csillagnézőkről, méltatva annak jelentőségét is, hogy a bemutatóra a magyar tudományos élet első számú intézményében nyílt lehetőség.

Ezt követően az érdeklődők megtekintették a 97 perc időtartamú filmet, a nagy érdeklődéssel várt Csillagnézőket. A film a magyar amatőr csillagászat számos fontos

helyszínét bemutatja, így például a Polaris Csillagvizsgálót és a tarjáni távcsöves találkozót is. Több amatőr csillagászhoz is ellátogattak az alkotók, akik megismertették a nézőket amatőr csillagászaik tevékenységével. A Csillagnézőket számos kiváló asztrofotó, illetve time-lapse videó is színesíti. A film végén a közönség tapsal köszöntötte a bemutatón megjelent alkotókat, akik felsorakoztak a vetítővászon előtt, majd a filmben bemutatott „szereplők”, amatőr csillagász társaink is csatlakoztak a film létrehozóihoz.

Egyértelmű, hogy az utóbbi évek egyik legjelentősebb pillanata volt ez a filmbemutató, amely az MCSE újjászületésének évfordulóján méltó ünneplése volt mindannak, amit a magyar amatőr csillagászok az elmúlt évek, évtizedek alatt elértek.



A Csillagnézők közönsége az MTA Dísztermében (MTA/Szigeti Tamás)



Madarász Kincső és Szőke Balázs – forgatás közben (fotó: Csillagnézők)

Az ünnepi pillanatokat követően pódiumbeszélgetés következett Rédey Soma vezetésével. A felkért csillagász szakemberek, Kiss László, az MTA CSFK CSI igazgatója és Szabados László professor emeritus (MTA CSFK CSI, a Magyar Csillagászati Egyesület korábbi elnöke) méltatták a Csillagnézők című film megszületését, számos személyes vonatkozásra is kitérve.

Az amatőr és szakcsillagászok kapcsolata példamutató és kölcsönösen gyümölcsöző. A múltra nem mindig ez volt a jellemző. „Voltak olyan sajnálatos személyi ellentétek,

amelyek miatt Kulin Györgyöt mellékvágányra terelték. Mindennek egyetlen pozitív hozadéka, hogy ebből a mellékvágányból lett az a „kulini életmű”, amely országos, sőt nemzetközi hírnevet szerzett a számára. Ha Kulin megmarad szakcsillagásznak, akkor nem biztos, hogy napjainkra odáig fejlődhetett volna az amatőr csillagászati mozgalom, mint ahogyan azt az elmúlt évtizedekben tapasztalhattuk” – mondta el Szabados László csillagász.

„Más szemmel néztem a filmet. Ezt a közösséget harminc éve ismerem, tehát részben belülről látom” – mondta Kiss László. A Csillagnézők nagyon jó kezdet lehet ahhoz, hogy ha valakit megérintett ez a tudományág, akkor szakmájává is fogadja. De nem kell mindenkinek szakcsillagásszá válnia – ez egy másik fontos üzenete a filmnek. „Nagyon sokszor keresnek meg diákok, hogy hogyan lehetnének csillagászok. Elmondom nekik, hogy felsőfokon kell hozzá fizika, matematika, angol, számítástechnika. Azonban ha valakit csak az égbolt szépsége érdekel, akkor amatőr csillagászként is boldogan végigélheti az életét. Ez nagyon szépen látszott a filmben” – fűzte hozzá Kiss László.



Kiss László és Szabados László a bemutatót követő diszkusszió (MTA/Szigeti Tamás)

Filmes szakemberként értékelte a látottakat ifj. Kollányi Ágoston, az ismert dokumentumfilmes, akinek első élményei közé tartozott a Hobbym: a csillagos ég című legendás riportfilm, amelynek készítésébe édesapja, Kollányi Ágoston révén kaphatott betekintést. Az 1969-ben bemutatott film Kollányi Ágoston és Kulin György közös munkája volt. A Kulin György emlékének ajánlott Csillagnézők több részletet is bemutat a közel 50 éve készült klasszikus daraból. „Elkísértem édesapámat, ott voltam, amikor Kulin Gyuri bácsinál forgattunk, és csiszolta az üvegdarabot. Utána szófavizes üvegeket gyűjtöttem, hogy majd én is csináljak távcsövet magamnak” – idézte fel az emlékeit ifj. Kollányi Ágoston, aki kitért arra is, hogy mára a dokumentumfilm-készítés nem egy szűk szakmai kör kiváltsága, az egyre olcsóbban elérhető technikai lehetőségeknek köszönhetően mind többen vállalkozhatnak filmes projektekre.



Ifj. Kollányi Ágoston filmes szakember, a beszélgetés egyik résztvevője (MTA/Szigeti Tamás)

Ezt követően Szőke Balázs, a film megálmodója, rendezője beszélt a Csillagnézők, születésének körülményeiről, a 17 forgatási nap viszontagságairól és a film céljáról: mindenkit kivinni a valóságos csillagos égbolt alá. „Nem azt a filmet látom benne, amit eredetileg elképzeltem – mondta el Szőke Balázs, a film rendezője. – Két és fél évvel ezelőtt kezdtünk hozzá Kelemen Péter operatőr barátommal a film forga-



Kelemen Péter operatőr (MTA/Szigeti Tamás)

tásához, kisebb-nagyobb kihagyásokkal. Arra gondoltunk, hogy a csillagászat által nyújtott látványvilágot adjuk át minél több embernek. Főként azoknak, akik keveset tudnak róla. De a forgatókönyvet átírta az élet, hiszen rengeteg megkeresés érkezett, amikor hozzáláttunk a munkához. A film célcsoportját leginkább azok az emberek képezik, akiknek kevés ismeretük van az amatőr csillagászatról mint szabadidős tevékenységről. A film jó lehetőség arra, hogy megszólítsuk őket.”

Mizser Attila személyes élményeiről beszélt, végül Kelemen Péter operatőr – aki immár az MCSE-be is belépett – felidézte, miként szippantotta be egyre inkább a csillagászat világa forgatás közben.

MCSE – MTA

Csillagnézők (2018)

Mesélő: Madarász Kincső, Ruzsics Kriszta
Narrátor: Dörner György
Vers: Csere Ágnes
Vezetőoperatőr: Kelemen Péter
Kreatív operatőr: Jónás Péter
Drónoperatőr: Borovszky Péter
Operatőr: Nemes Csaba, Szőke Balázs
Szakértő: Vizi Péter
Írta és rendezte: Szőke Balázs



Én, a Csillagnéző

Kisebb seregnyi ember gyülekezett 2018. február 19-én a Magyar Tudományos Akadémia aulájában, majd valamivel később az intézmény dísztermében. Több szempontból is érdekes dátum ez: éppen 29 esztendővel ezelőtt alakult újjá a Magyar Csillagászati Egyesület, nem mellesleg pedig Kopernikusz születésének 545. évfordulója.

Ez alkalommal azonban más apropóból gyűlt össze ez a népes embersereg. Az Akadémia dísztermében került sor ugyanis a Szőke Balázs nevével fémjelzett Csillagnézők című film bemutatójára. És mi is lehet szívet melengetőbb annál, minthogy egy csillagászról szóló filmet a magyar tudomány szentélyének dísztermében mutassanak be! Egészen döbbenetes volt látni, megtapasztalni, hogy ennyi csillagász lelkületű ember gyűlt össze erre az eseményre. Ahogy jobban körülnéztem, rengeteg ismerős arcot láttam, alig akadt olyan, akit ne ismertem, vagy barátomnak ne nevezhettem volna. Mizser Attila rövid bevezetője után kezdetét vette a valamivel több, mint másfél órás film.

Mi másról is szólhatna egy ilyen film, mint az amatőr csillagászatról, sőt magukról az amatőr csillagászokról. Az olyan emberekéről, akiket sokan kissé bogarasnak tartanak, és akik éjnek évadján – amikor az átlagember épp a másik oldalára fordul – akár –15 fokban is a furcsa, égre néző ördögi szerkezet körül sertepertélnek. Igen, a kedves Olvasórol is, éppúgy, ahogyan rólam is. Bemutatja az (amatőr)csillagászat és az égbolt olyan szépségeit, melyek megtapasztalásához semmi más nem kell tenni, csupán letenni az okostelefont, vagy felállni a monitor előtt és éjszaka felnézni a csillagos égboltra. Láthatunk benne fiatal és időset, kicsit és nagyot, lelkes kezdőt és profi. Hivatásos csillagászokat, akik két-három évtizede maguk is amatőrként kezdtek és olyannyira magával ragadta őket ez

a csodálatos hobbi, hogy életük hivatásává választották a csillagászatot. Mások megmaradtak amatőrnek és rátermettségüket, szakmájukat, vagy csupán kez ügyességüket kihasználva kis csillagvizsgálót építettek a kertjük végébe, hogy onnan csodálják, vagy éppenséggel megöröklítsék az Univerzum szépségeit, legyen az a Nap, a Hold, a bolygók, üstökösök, kisbolygók, változócsillagok, vagy akár a mélyég-objektumok kimeríthetetlen tárháza. Láthatunk a fiatalság boldonságával érdeklődő lelkes kamaszokat és megtudhatjuk, hogy miképpen volt szemtanúja Bartha Lajos a hazai amatőr csillagászat több emberöltőnyi hosszú történetének. Különböző szemszögekből választ kaphatunk arra, hogy miért jó az égboltot figyelni, vagy milyen örömet okoz az égi objektumokat megöröklíteni akár rajzolás, akár fényképezés útján. Egyszerűen szólva: kinek mit jelent a csillagászat.

A film nem akar több lenni, mint ami és nem akar a Hobbym: a csillagos ég nyomdokaiba lépni még annak ellenére sem, hogy csillagászzal kapcsolatos hasonló volumenű alkotás maholnap 50 éve nem készült Magyarországon. Pedig de sok minden megváltozott azóta, hogy a dr. Kulin György hathatós közreműködésével elkészült legendás, kétrészes dokumentumfilmet bemutatta a Magyar Televízió! A technika óriásit fejlődött, a világ felgyorsult, melynek egyik pozitív hozománya, hogy manapság sokkal egyszerűbb, könnyebb távcsövet, vagy bármilyen csillagászati felszerelést, kiegészítőt beszerezni. Sokkal kevésbé szorulunk rá arra, hogy ilyen-olyan módszerekkel, ismerősök által, kéz alól jussunk hozzá az áhított optikához, hogy aztán azt otthoni barkácsolással egy cső végébe varázsoljuk. A változás negatív része pedig, hogy az emberek eltávolodtak egymástól, a személyes emberi kapcsolatok a háttérbe szorultak és átvette a helyüket az online világ, az internetes



Ruzsics Kriszta és Igaz Antal a meteorészlelő jelenet készítése közben (fotó: Csillagnézők)

kapcsolattartás. A két film mondanivalóján azonban a hosszú évtizedek sem tudtak változtatni: nézzünk fel az égboltra, csodáljuk a szépségeit és vigyázzunk rá, hiszen az égbolt mindenkié! Kulin György klasszikus idézetével párhuzamosan egy tengerentúli csillagászat-népszerűsítő szavai is eszembe jutnak: a csillagászat azért értékes hobbi, mert olyan szemszögből figyelhetjük a természetet, amelyből csak keveseknek adatik meg.

A film után pódiumbeszélgetés következett ahol az alkotók mellett Kiss László, ifj. Kollányi Ágoston, Mizser Attila és Szabados László is megoszthatta véleményét, illetve személyes élményeit a nagyközönséggel. Teljes egyetértés volt abban, hogy nagy kár lenne érte, ha az alkotás nem jutna el sokkal szélesebb közönség felé. A csillagászat – bár sokszor amolyan különcök hobbijának tűnik – örvendetes módon egyre nagyobb népszerűségnek örvend. Mi sem példázza jobban

a csillagászat iránti érdeklődést, mint az, hogy kb. 650 fő vett részt a bemutaton!

Összességében elmondhatom, hogy régen töltöttem el ilyen kellemesen egy ültő helyemben másfél órát. A film mondanivalójával tökéletesen tudtam azonosulni és ez az a mondanivaló, amit a lehető szélesebb körben tovább kell adni, hogy minél többen nézzenek fel és csodálkozzanak rá a csillagos égboltra, minél többen váljanak Csillagnézőkké. Ha csak pár ember érdeklődését fordítja eme nagyszerű időtöltés felé ez a film, akkor már nem készült el hiába. A rendező egy-egy elejtett szava mögé nézve én mindenképpen bízom a film folytatásában!

Egy dologban azonban bizonyos vagyok: ha valaki a későbbiekben a hobbimról kérdez, minden valószínűség szerint azt fogom felelni: Csillagnéző vagyok.

Gulyás Krisztián

Csillagnézők — szerintem

Amikor kijöttem a vetítésről, annyi minden kavargott bennem, hogy nem is tudtam igazán, mit érzek, mit gondolok a Csillagnézőkről. Kellott pár nap, mire minden oldalról megrágtam a dolgot.

Természetesen a Csillagnézők nagyon jó kezdeményezés, és a produkció méretét tekintve egy hatalmas ajándék az MCSE és az egész amatőr csillagász közösség számára is. A hatása mindenképpen jó lesz.



Tegyük le a mobiltelefont! De akkor hogyan nézzem a Csillagnézőket? (Király Amanda felvétele)

A film számomra eléggé vegyes volt: bizonyos jelenetek, mondatok nagyon megragadtak: például amikor Kiss László beszélt arról, hogy az amatőr csillagászok mindennél ott vannak, így egy világméretű hálózatot alkotnak; Fényes Lóránd is nagyon jól beszélt az asztrofotográfiáról, hatásosan, természetesen, kellemes stílusban. Némely jelenetek számomra elég laposak voltak, de végül mindez kiegyenlítődött bennem a film végére.

Aztán ott van a film fő mottója: kütyünyomkodás helyett inkább éljünk valódi életet, gazdagodjunk élményekkel, mondjuk távcsövezzünk. Én ezzel nem teljesen értek egyet, lehet, hogy azért, mert az alkotóknál sokkal fiatalabb vagyok. Azzal egyetértek, hogy sokkal jobb személyesen beszélni,

mint chatelni, és sokkal jobb, ha az életünk élményekkel, és nem telefonnyomkodással van teli.

Ezeket a sorokat okostelefonon pötyögöm, olyan eszközön, ami nélkül amatőr csillagászati tevékenységem a nullához tendálna. A Facebook Csillagászat-kedvelők csoportját az esetek 90%-ában okostelefonról nézem, ezen keresztül látom el az adminisztrátori tevékenységet. A csoport lassan eléri a 6000 tagot, és negyedmagammal azon igyekszünk, hogy a csillagászati ismeretterjesztés színvonalas, pörgős, közösségi oázisa legyen. Nem értek egyet azzal, hogy a kütyüt feltétlenül ki kell csavarni a nép kezéből. (Bár szerintem itt csak más szemszögből látjuk a dolgokat, holott valahol egyetértünk.)

Azt hiszem, kifelé menet kicsit szégyelltem magam, hogy nem tetszett annyira a Csillagnézők, mint amennyire szerettem volna. Annál is inkább, mert valóban hiánypótló dologról van szó.

A film léte és hatása ragadott meg, de nagyon, és nem annyira a tartalma. Egy ilyen film elkészültéhez rengeteg idő, energia, pénz, összefogás, szív és lélek kell. Emlékszem, a Csillagászat-kedvelők csoportban valaki kiakadt, amiért az alkotók kérték, készítsen valaki nekik honlapot. Aztán pár óra múlva meg is volt a jelentkező (Hőnich Szabolcs), pár nap múlva meg a honlap. Az összefogásnak ez a szintje az, ami megmutatja, valóban közösség vagyunk. Rengetegen összegyűltünk szerte Európából ennek a filmnek a kedvéért egy olyan helyen, aminél előkelőbbet nem is találhattunk volna. Az MTA Dísztermében ültünk, és ez igazán nagy megtiszteltetés, igazán nagy elismerés az amatőr csillagászok felé. A premier napja az amatőr csillagászat ünnepe volt. Ez a Csillagnézők nélkül nem történhetett volna meg.

Király Amanda

50 éves az Űrodüsszeia

Amikor tehetségek találkoznak, abból jó eséllyel születik valami örökérvényű alkotás. Arthur C. Clarke regényét Stanley Kubrick filmesítette meg, Kubrick akkor már a háta mögött tudott olyan nagy sikerű alkotásokat, mint A dicsőség ösvényei (1957), a Spartacus (1960), a Lolita (1962) vagy a Dr. Strangelove (1964), számos sztárszínésszel dolgozott együtt. Azután Clarke és Kubrick éveken át dolgoztak a 2001: Űrodüsszeia megalkotásán, a forgatást 1965-ben kezdték, a regény párhuzamosan készült a filmmel, s bár sok korábbi Clarke-írás is az alapjául szolgált, a végleges változat közös munka eredménye volt, kis eltérésekkel a film és a regény közt. Talán a legfontosabb momentum egy Clarke által még 1948-ban írt novella volt, magyarul Az Őrszem címmel jelent meg, amelyben a Holdon talált sok millió éves, idegen civilizáció által elhelyezett rejtélyes gúla (ebből csak később lett a Monolit) szerepel, ám Clarke számtalan más írásából is kölcsönzött részleteket a film és a regény történetéhez.

A regényt hazánkban már 1973-ban megjelentették Göncz Árpád fordításában, a film viszont csak 1979-ben került a magyar mozikba, a hazai bemutató március 22-én zajlott.

Már akkor magával ragadott, amikor először láttam, gyerekként, még mozivásznon, városunk régi mozijában (az épület később sok éven át üresen állt, majd a földszintjén kínai áruház volt, jelenleg olasz étterem működik benne; így múlik el a világ dicsősége!). Habár a film kicsivel fiatalabb nálam, de együtt öregsünk: nem tudom megmondani, hányszor néztem végig, de minden alkalommal újra és újra a képernyő elé szögez, mindig lehet benne valami újat találni, s mindig rádöbben az alkotópáros végtelen szencialitására.

Sokan nem szeretik, mert hosszú, lassú és elgondolkodtató, ez pedig a modern,



A film legelső plakátja Robert McCall alkotása

ultragyors cselekményű filmekhez szokott néző számára kész katasztrófa. Annak tűnt a film az ősbemutatóján is: az 1968. április 2-i vetítést követően elképesztően lehordták az alkotást, összefüggéstelennek, unalmasnak (a bemutatón 200-an hagyták el a nézőteret...) tartották, a forgatókönyvet és a vágásokat összecsapottnak (!) látták a jó nevű kritikusok. A Variety, az 1905-től létező és korának legmeghatározóbb film-magazinja azt írta: „A 2001: Űrodüsszeia nem mérföldkő a mozi történetében. Habár összevethető a korábbi sci-fi alkotásokkal, de nem múlja felül azokat, hiányzik belőle az emberség, amit a Tiltott bolygó-ban (1956) láttunk, hiányzik a fantázia, amit a Mi lesz holnap? (1936) mutatott, és nélküli

azt az egyszerűséget, amit az Emberekről és csillagokról (1962) adott.” Egy másik rangos lap kritikusa „művészetnek álcázott hulladék”-nak nevezte a filmet. A kritikák és az MGM nyomása miatt Kubrick végül 20 percet végül kivágott a filmből, de az elveszett

érkező Monolit tette emberré az australopithecusokat?

Mit adtak nekünk a Monolitot?

Ami talán a legfontosabb, rengeteg későbbi sci-fi filmhez adtak ötletet. Ilyen például az a technika, ahogyan az űrt, az űrhajókat



Kubrick instruálja Keir Dullea amerikai színészt, aki Dr. David Bowmant játszotta

jelenetek nagyrészt redundánsak voltak, a film értelmezésén nem változtattak.

A kritikusok véleménye ellenére a bemutatót követően kígyózó sorok álltak a mozik előtt... Ma már a filmművészet legmeghatározóbb alkotásai közé sorolják (a műfaja ellenére), és a vizuális effektekért Kubrick Oscar-díjat is kapott. Az elmúlt években végzett szakmai felmérések során a filmkritikusok körében az Űrodüsszeia a 6., a rendezők körében pedig a 2. valaha készült legjobb film rangját nyerte el. A kezdeti fanyalgásból kiindulva ez igen nagy teljesítmény!

A pánspermia elméletét ugyan már az ókori görögök is felvetették, modern értelmezése csak a felvilágosodás korától kezdett elterjedni, korunkban végül Fred Hoyle (csillagász és maga is sci-fi író) tette igazán népszerűvé. Az Űrodüsszeia az elmélet egy speciális formáját dolgozza fel: az élet ugyan megvolt (bár annak eredetéről nem nyilatkozik az alkotás), ám kellett egy szikra, ami értelmessé teszi. Az idegen civilizációtól

filmre vették, részletgazdag modellek segítségével rögzítette a kamera a jeleneteket – később George Lucas is így készítette az első Csillagok háborúja filmeket. Nem véletlen: Kubrick szakemberekre bízta a tervezést, csillagász, repülési-, és űrtechnikai szakértő dolgozott a látványokon, ők tervezték a kijelzőket, a vezérlőket, a kapcsolókat, a kommunikációs berendezéseket – nekik köszönhetően lett igazán futurisztikussá a látvány. Mivel ekkor még meglehetősen gyerekcipőben járt az emberes űrrepülés és maga az űrtechnika is, a tervek nem a korabeli űrhajókat tükrözték. Ráadásul Kubrick szándékosan is eltért a korabeli, NASA által használt eszközöktől, megjelenésüktől, mivel szerette volna a jelenkorinál jóval újszerűbbnek bemutatni a történet technikai részét.

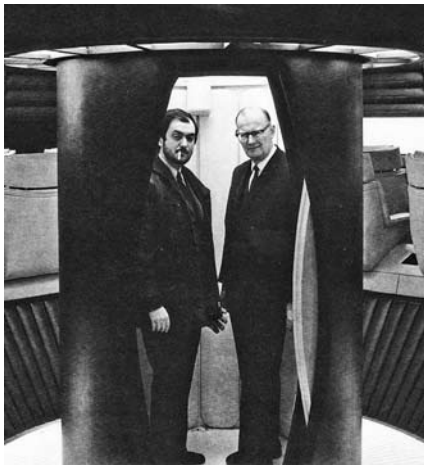
A film az első holdraszállás előtt jó egy évvel született meg, a Hold meghódítása az emberek számára eleve futurisztikus esemény volt, ráadásul egy olyan időszakot éltünk ekkor, amikor rohamléptekkel fejlőd-

dött a technika – a 30 évvel későbbi jövőt is ennek fényében kellett megrajzolni.

A HAL 9000 küllemének megalkotásához az IBM szakembereitől kértek segítséget, de szerepet kaptak a Hewlett-Packard és a Bell Laboratories szakmai javaslatai is. A lapos kijelzőket a Bell javasolta (hol volt ekkor még a ma szinte kizárólagos használatú lapos képernyő?). Látható volt a filmben olyan eszköz is, az IBM Newspad, amit ma tabletként oly sokan használunk a mindennapok során, bár a hatvanas években nyoma sincs még a technológiának - a filmben alulról vetítették a látható „tartalmat” az eszköznek megfelelő üveglapra. A filmbéli tableten a BBC adását nézték, újsághíreket olvastak, a vezérlése pedig érintőképernyős volt. Érdekesség, hogy amikor az Apple által piacra dobott iPad megjelenése után nem sokkal a Samsung is előállt hasonló eszközzel, az Apple lopással gyanúsította a Samsungot. Per lett a dologból, a Samsung pedig bemutatta az Űrodüsszeia jelenetét az eszköz eredetével kapcsolatban: az Apple nem találhatta fel a tabletet, hiszen az már 1968-ban is létezett. Bár a bíróságon ebből nyilván nem lett bizonyíték, azt remekül tükrözte, hogy mennyire inspiráló hatása a ma már 50 éves filmalkotás a technológiára.

A filmben használt óriáskerék méretű centrifuga, amivel a Discovery forgatását végezték, csúcstechnika volt, 750 ezer dollárba került és egy brit repülőgépgyártó cég alkotta meg.

Egyes effektek is a korabeli tudomány csúcsáról érkeztek: az MIT-n ekkor ugyan már volt számítógép generálta grafika, ám csak 512 pixeles maximális méretben, ezért a grafikus elemeket nagy érzékenységgű filmmel rögzítették, hogy kinagyítva a mozivászonon is jól mutassanak. A dimenziókaput megjelenítő slit-scan technológia a fotográfiában nem volt ismeretlen, filmen azonban itt alkalmazták először. (Fotókon e módszerrel, egy vékony résen át örökítették meg a lóversenyek célvonalát, illetve az azon áthaladó lovakat, hogy eldönthető legyen az elsőség.) A film 10,5 millió dolláros költségvetéséből



Stanley Kubrick és Arthur C. Clarke
a film díszletében

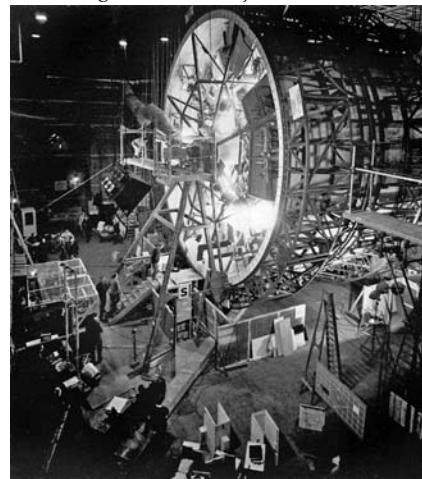
6,5 milliót tett ki a speciális effektekre költött összeg - ma már az 1960-as években kézi munkával előállított hatásokat számítógép generálta képekkel könnyedén megoldják.

Az MIT a mesterséges intelligencia- és szuperszámítógép kutatásaival is hozzájárult a filmhez, sőt, egy egykoron a Bletchley Parkban Turinggal dolgozó matematikus is, aki később szintén a mesterséges intelligencia, s annak emberrel való kapcsolata terén kutatott. HAL a mai napig felmerül a mesterségesintelligencia-kutatásban példaként...

Az Űrodüsszeia volt az első olyan alkotás, amelyben az idegeneket nem az addigi filmekben megjelenített agresszív, a Földet meghódítani s az embereket elpusztítani akaró szörnyeknek ábrázolták, hanem az emberiséget egy magasabb rendű jövő felé terelő entitásként, vizuális megjelenítésük nélkül. Elégge egyedi a film abban is, hogy alig-alig vannak benne párbeszédek, a történet lényegét a képi világ adja, számít a néző gondolkodására, képzeletére is, a kevés beszéd, a magyarázkodás hiánya egyedivé teszi.

Érdekes az ellentét, ami Clarke és Kubrick jövőképe közt feszül: míg Clarke egyöntetűen optimista az emberiség elkövetke-

ző fejlődését illetően, Kubrick sötétebben látja a jövőt. A két nézőpont ütközése nem jár ellentmondással, mindkettő részletei beépültek a filmbe, ám végül Clarke optimizmusa győz. A filmbéli holdbázisok külön amerikai és szovjet bázisok – ne feledjük, a film a hidegháború időszakában született –, ám Bowman utazása az egész emberiséget szimbolizálja.



A forgatás alkalmával használt óriás centrifuga

Mi lett a film futurisztikus elképzeléséből, mi vált valóra és mi lesz még a jövő feladata? Az 1960-as évek az űrversennyel olyan körülményeket teremtett, amikor még a legpesszimistábbak is túlzóan optimista jövőt láttak az űrutazások lehetőségében. Egyelőre nincsenek űrhotelek – de van kereskedelmi űrrepülés, és hamarosan Hold körüli turistautazásra indulhat, akinek elég sok pénze van. Még mindig nincsenek bázisaink a Holdon, de folyamatosan megvitatja a tudományos-technikai elit ezek lehetséges felépítését és helyszíneit, kutatások sokasága foglalkozik az ehhez kapcsolódó témákkal. Nincsenek holdbuszok, de a következő, a Titanra küldendő szondát úgy tervezik, hogy a távoli hold felszínén többször változtatni tudja majd a helyét a leszállóegység. Az ember ma még nem hagyta el a Hold-Föld-rendszert, ám

néhány év múlva valószínűleg elindulnak néhányan a Marsra. Egyelőre nincs „öntudatra ébredt” mesterséges intelligencia, de a téma kutatói igen óvatossak, hisz már ma is vannak önmagukat fejleszteni képes és egyre jobban működő AI-k, s ezek hamarosan a mindennapi élet részévé válnak majd (például az önjáró autók vezérlőszoftvereiben). A Nemzetközi Űrállomásról 24 órán belül közvetítést láthat bárki az interneten, az űrhajósok bármikor beszélhetnek a Földön maradt családjukkal vagy az irányítókkal. Tervezik a Holdon telepítendő (s egyelőre csak a majdani robotszondák kommunikációját biztosító) mobiltelefon-hálózatot. Már a mai űrszondák is „önjáróak”, a vezérlőszoftverek így működnek, hogy csak minimális földi beavatkozásra van szükség, s a közeli jövőben ez még hangsúlyosabb önállóságot jelent majd. Amiben a film a legoptimistább volt, az nem a tudományos és technikai fejlődés ténye, hanem az, hogy ezekre lesz anyagi forrás. Ma már tudjuk, hogy a hidegháború időszak vastagon fogó ceruzával írt katonai költségvetéseiből finanszírozott fejlesztéseit „békeidőben” nem tudjuk hasonló ütemben folytatni. A legtöbb nagyszabású űrmisszióhoz nemzetközi összefogás kell, és még így is sokkal zötyögősebb az út, mint a képességeink alapján lehetne.

Clarke jövőképe, amit távolról sem nevezhetünk vízióknak, ugyan már nagyon rég számításba vette a magáncégek űrbéli tevékenységét és ennek jelentőségét, talán mostanában kezd azon az úton elindulni, ami hozzásegíthet minket, legalább részben, a megálmodott jövőhöz. A másik hajtóerő a kényszer lesz, a földi nyersanyagforrások gyors elapadása, ami miatt kénytelenek leszünk Naprendszerünk távoli objektumaira utazni.

Kubrick az Űrodüsszeia elkészülte után kivétel nélkül az összes díszletet és a filmben használt tárgyat megsemmisítette, hogy azokat később ne lehessen semmilyen más filmhez felhasználni. A szellemiséget, a lenyűgöző képi világot azonban a műfaj későbbi követőiben így is viszlathatjuk.

Landy-Gyebnár Mónika

Még gyorsabban tágul az Univerzum?

Az Univerzum tágulásának gyorsulása viszonylag régi felfedezés. A jelenség megoldását a titokzatos sötét energia jelentheti, azonban a legújabb eredmények alapján úgy tűnik, a sötét energia önmagában nem elégséges a tágulási sebesség magyarázatához: lehetséges, hogy a világunk leírására használt modellben szereplő Einstein-féle kozmológiai állandó valójában időben változik.

A távolság növekedésével a közeli csillagok esetében használható parallaxis-módszer hibája igen gyorsan nő, a módszer használhatatlanná válik. További lehetőséget jelentenek bizonyos változócsillagok (pl. a cefeidák periódus-fényesség relációja), valamint a standard fényességű Ia típusú szupernóvák. (Ez utóbbiak vizsgálata alapján történt meg az Univerzum gyorsuló tágulásának felismerése.) Adam Riess (aki éppen ezen égitestek vizsgálata alapján a Világegyetem gyorsuló tágulásának felfedezéséért megosztott Nobel-díjban részesült) és Stefano Casertano (Space Telescope Science Institute, ill. Johns Hopkins University) a Hubble-űrtávcső hat évnyi adatsorának elemzésével jutottak nemrégiben a fenti meglepő felfedezésre. A Riess által kidolgozott finomított módszer révén lehetővé vált a Galaxisunkban, illetve közeli extragalaxisokban a cefeida típusú változócsillagok távolságának pontosítása (az ismert periódus-fényesség reláció), amely révén az Ia típusú szupernóvák, valamint a teljes ún. kozmikus távolságlétra pontosítása lehetővé vált. Míg az ESA Planck szondájának adatai alapján a Hubble-állandó értékét 67 km/s/Mpc értékben határozták meg (a lehetséges hibák figyelembevételével is maximum 69 km/s/Mpc értékkel), addig az új modell alapján a kutatók eredménye 73 km/s/Mpc, ami mintegy 9% különbséget jelent. (A sokszorososan ellenőrzött új ered-

mény megbízhatósága 3,7 szigma, vagyis annak a valószínűsége, hogy csupán véletlenek által adódott eredmény, mindössze 0,02%.)

Az új eredmények azt jelentik, hogy alapvető probléma van az Univerzum keletkezésével, majd fejlődését leíró standard modellel. Mivel a tágulásért felelős sötét energia természetét és így fizikáját szinte egyáltalán nem értjük, számos lehetséges magyarázat jöhet szóba. A sötét energia lehet az eddiginél gondoltnál nagyobb jelentőségű a Világegyetem fejlődése szempontjából; a kozmológiai konstans nem állandó; a sötét anyag eddig ismeretlen módon kölcsönhat a közönséges anyaggal (azaz a sötét anyagot alkotó, „gyengén kölcsönható” ún. WIMP-ek mégsem olyan gyengén hatnak kölcsön); de lehetséges egy eddig ismeretlen elemi részecske létezése is. Riess szerint egyre valószínűbbnek tűnik, hogy eddig felfedezetlen ismeretlen elemi részecskéről, vagy a sötét anyag ismeretlen kölcsönhatásáról van szó.

Astronomy Now, 2018. február 23. – Mpt

A Trapéz mélyén

Amatőrcsillagászok egyik ismert és kedvelt objektuma a hatalmas csillagkeletkezési régió mintegy 1350 fényév távolságban. A kedvelt célpont belsejébe azonban csak az amatőrök számára elérhetetlen hullámhosszakon lehet igazán mélyen bepillantani. Így készült az a felvétel is, amelyen a jól ismerthez közeli, infravörös tartományban készült háttér előtt (amely az ESO Very Large Telescope műszerén levő HAWK-I kamerával készült), az ALMA (Atacama Large Millimeter/submillimeter Array) adataiból nyert hosszúkás struktúrák láthatóak.

A hosszú, finom szálak olyan alacsonyabb hőmérsékletű gázfelhők, amelyek csak milliméteres hullámhosszakon figyelhetünk



Az ALMA és a VLT távcsőhálózatok által készített 296 különálló felvételtől összeállított mozaik az Orion-köd belsejéről. A bal felső sarok fényes csillagai a Trapéz néhány millió éves forró csillagai (ESO/H. Drass/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/A. Hacar)

meg. Ezek valójában saját gravitációjuk hatására éppen összehúzódásban levő régiók, amelyek sűrűsége lassan eléri a csillagkezdemények, protocsillagok kialakulásához szükséges határt. A kutatók a felvételek készítésekor az N_2H^+ gáz nyomait keresték, amelyek ezen struktúrák alapvető alkotóelemei. A feltárt hálózatban végül összesen 55 szálát azonosítottak.

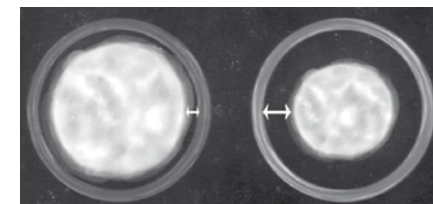
ESO1809hu – Sódor Ádám

Kilométeres felbontású képek exobolygókról

Amatőrcsillagászok körében is jól ismert szabály, hogy egy távcső felbontóképessége egy adott hullámhosszon arányos annak átmérőjével. Hagyományos távcsövek mellett azonban – Einstein relativitáselméletére alapozva, kihasználva a nagy tömegű test mellett elhajló fénysugarakat – gravitációs távcső is építhető. Bár a Hubble-űrtávcső nem elsősorban gravitációs lencsézésre épül, felvételein számtalan esetben láthatunk nagy tömegű galaxishalmazok mögött elhelyezkedő galaxisok ívvé torzított, felfényesedett képeit.

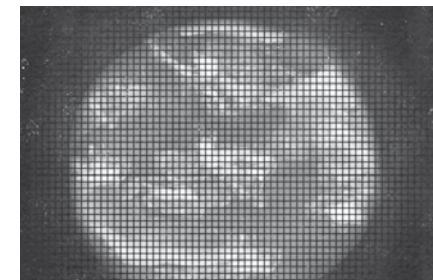
Egy merész elképzelés szerint saját Napunkat is felhasználhatjuk a gravitációs távcső „gyűjtőlencséjeként”. Figyelembe véve Napunk tömegét és sűrűségét, egy pontosan a Nap mögött elhelyezkedő exobolygó képe kifényesedve egy teljes körré húzódik szét, amely az áttellenes irányban a Naptól 550 CSE-re elhelyezkedő megfigyelő számára éppen a napfelszín felett helyezkedik el. A pontosabb megfigyelés érdekében a megfigyelőeszközt (SGLT) még ennél is

távolabb, mintegy 650 CSE-re kellene elhelyezni. Figyelembe véve az eddig legtávolabbi jutott szonda, a Voyager-1 mintegy 140 CSE távolságát, ez hatalmas messzeségnek tűnik, bár az elképzelés szerint jelenlegi technikákkal, Nap közelében végrehajtott hintamanőverrel harminc év alatt elérhető lenne.



A Nap körül a roppant távoli exobolygó gyűrűvé torzult képe 550 és 650 CSE távolságból nézve

A Nap korongját kitakaró, 1 méter átmérőjű, gravitációs hatásra épülő műszer felbontása a számítások szerint egy 80 km átmérőjű, hagyományos távcső felbontásának felel meg. Ennek következtében egy 100 fényéven belül elhelyezkedő exobolygó akár 1 km-es felbontással is feltérképezhető. Mivel a szonda egy adott pillanatban csak egy, gravitációs hatások által létrejött, a bolygó képeről torzított gyűrűt észlel, napokig-hetekig tartó megfigyeléssorozatra van szükség a teljes felszín feltérképezéséhez. Ezen idő alatt természetesen követni kell a Nap, illetve az exobolygó csillagának elmozdulását, így a szondának egy 1,3 km átmérőjű hengerben kell majd manővereznie. További nehézség, hogy a hetekig



Egy képzeletbeli exobolygó képe az eszköz elméleti felbontóképességénél alacsonyabb részletességgel

tartó megfigyelés-sorozat alatt az exobolygó ismeretlen periódussal forog, továbbá légkörében időjárási változások is lezajlanak. A kutatók azonban optimisták: mindezek ellenére megfelelő számítógépes eljárásokkal a bolygó térképe rekonstruálható lenne, légköre pedig a szondán levő jó felbontású spektrográffal lenne tanulmányozható. A szondának természetesen teljes mértékben automatikus módon kell majd működnie, hiszen majd 4 fénynapnyi távolsága lehetlenné teszi a közvetlen irányítást.

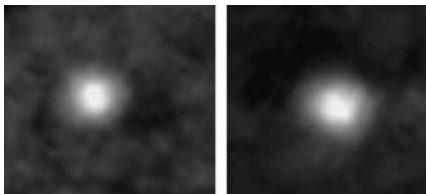
Sajnos az eszköz tervezésének megkezdésére, indítására még csak közelítő tervek sincsenek. Annyi bizonyos, hogy mire elkészül, a jelenlegi és jövőbeli technikákkal felfedezett, 100 fényéven belüli, Föld típusú, a csillaguk lakhatósági zónájában keringő célpontokból nem lesz hiány.

arXiv.org, 2018. február 23. – Sódor Ádám

Fotók 6 milliárd kilométerről

A New Horizons 2015-ben elsőként közelítette meg a (134340) Pluto törpebolygót, számos felfedezés mellett évekre elegendő kutatási anyaggal látva el a szakembereket. Következő célpontja a Kuiper-övben keringő 2014 MU69 jelű égitest lesz. Jelenleg a szonda mintegy 41 CSE távolságban halad célja felé – ennél távolabbra emberkéz alkotott eszközök közül csupán a Voyager- és a Pioneer-szondák jutottak. A négy szonda kameráját azonban már a Naphoz jóval közelebb kikapcsolták, míg a New Horizons műszerei a hibernációs időszakok kivételével működőképesek. A rendszereket időről időre ellenőrzési feladatok és kalibrációs mérések elvégzésére kapcsolják be.

Legutóbb 2017. december 5-én történt hasonló ellenőrzés. Ennek során először az



A 2012 HZ84 és 2012 HE85 jelű égitestek

NGC 3532 nyílthalmazról készült felvétel. Két órával később a New Horizons felvételeket készített az ugyancsak a Kuiper-övbe tartozó 2012 HZ84 és 2012 HE85 jelű égitestekről.

A képek érdekessége, hogy ezek a Földtől legnagyobb távolságban készült felvételek. A két Kuiper-objektumról készült felvétel pedig egyúttal hasonló objektumokról eddigi legkisebb távolságból készült kép.

NASA New Horizons, 2018. február 8.

– Molnár Péter

Idegen mikrobák az Enceladuson?

A Szaturnusz körül keringő Enceladus esetében régóta ismert, hogy a gravitációs árapályfűtés hatására a fagyott felszín alatt több száz kilométer mély óceán található. A víz jelenlétére utaltak a Cassini-szonda által is megörökített gejzírszerű vízkiáramlások is. A megfelelő hőmérséklet, a folyékony víz, illetve a feltételezett, ásványi anyagokat a mélyből szállító mélytengeri füstölők jelenléte akár az élet megjelenéséhez is vezethetett.

A kutatók a lehetőségek vizsgálata során mintegy 1000 méter mélyről, Japán Okinawa szigete mellől vettek mintákat a mélytengeri áramlások anyagából, majd a metanogén archeonok családjába tartozó (metánt termelő) methanothermococcus okinawensis baktériumot vizsgálták a Cassini adatai alapján a lehető legpontosabban szimulált környezetben. Az eredmények szerint a baktérium az Enceladuson előforduló anyagok legkülönbözőbb arányú keverékében, 0 és 90 Celsius-fok közötti hőmérsékleten, akár 50 atmoszféra nyomáson is életképes volt, feltéve, hogy az anyagcseréjéhez szükséges hidrogén és szén-dioxid megfelelő koncentrációban jelen volt. A kutatók azt is megvizsgálták, a feltételezett körülmények között a hidrogénből és szén-dioxidból anyagcseréjük során metánt előállító baktériumok számára elegendő táplálék áll-e rendelkezésre.

A kutatók modelljei szerint a mag jelentős hányadát alkotó olivinásványok bomlásának üteme megfelelő mennyiségű hidrogént

termel hasonló metanogének életben tartásához, azaz szerves úton metán keletkezéséhez – metánt pedig nyomokban a Cassini is talált az Enceladus anyagkiáramlásaiban. Amennyiben léteznek, az alacsony szintű élőlények a roppant mélységben levő tengerfenéken élnek, ahol közel helyezkednek el a sziklás talajjal és a benne levő ásványi anyagokkal – a modellek szerint 50 atmoszféra körüli nyomás és valamint 0 Celsius-fok feletti hőmérséklet mellett.

Mindezek fényében a jövőbeli, Enceladusra indítandó szondákat célszerű lesz megfelelő tömegspektrométerrel felszerelni a feltételezett mikrobák által termelt metán kimutására, az életre jellemző szénizotóp-arány megállapítására, illetve egyéb biomarkerek (pl. lipidek és szénhidrogének) kutatására. Ha az élet létezik is az Enceladuson, minden bizonnyal a földtől teljesen eltérő – hacsak nem a földivel együtt a Naprendszeren kívülről ered, amely azonban igen valószínű.

New Scientist Space, 2018. február 27.

– Molnár Péter

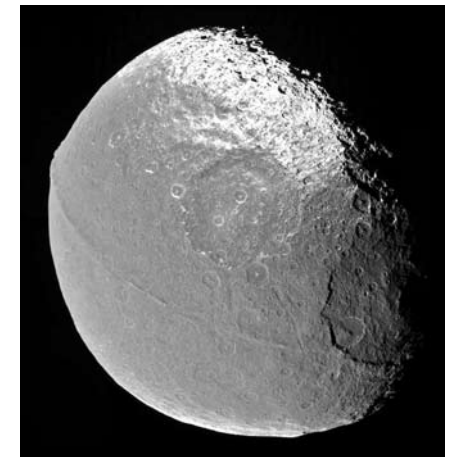
Hogyan keletkezett a Iapetus hegyvonulata?

A Szaturnusz harmadik legnagyobb holdja rendkívül érdekes égitest. Egyik féltékéje sötét, a másik rendkívül fényes, aminek oka az, hogy a kötött keringést végző hold követő oldalán a jég megmarad, azonban az elől haladó oldalt folyamatosan szennyezi a becsapódó törmelékanyag. Ezen felül az egész holdon egy 1300 km hosszúságú és 13 km magas hegyvonulat húzódik végig az egyenlítő mentén. Figyelembe véve a hold 1400 km-es átmérőjét, az égitest méretéhez képest ez a hegyvonulat sokszorosán magasabb bármely más, naprendszerbeli hegységnél.

A hegyvonulatot 2004-ben fedezte fel a Cassini-űrszonda, kialakulásának kérdése pedig azóta is foglalkoztatja a szakembereket. Egy lehetséges elképzelés szerint a fiatal Iapetus a mainál sokkal gyorsabban

forgott, majd gyors lehűlése következtében az egyenlítői dudor „ráfagyott” a holdra.

A legújabb szimulációk szerint sokkal valószínűbb, hogy a holdat körülvevő, valaha létezett gyűrűrendszer felszínre hullása alakította ki a hegyláncot. Probléma, hogy a nagy magasságból érkező, a holddal ütköző gyűrű-darabok valószínűleg igen alacsony szögben érkeztek, és miután a hold gravitációja gyorsította a darabokat, hegylánc helyett becsapódási kráterek sorát hozták volna létre. A lehetséges megoldás, hogy az egész gyűrűrendszer az árapályerők hatására fokozatosan közeledett a hold felszínéhez, így gyakorlatilag gravitációs gyorsítás nélkül érkeztek darabjai a felszínre. Az alacsony sebesség miatt nem vájtak krátereket, hanem egymásra rakódva kialakították a napjainkban megfigyelhető hegyvonulatot.



A Iapetuson körbefutó hegység (a képen bal szélről a jobb alsó régióig követhető), illetve a jellegzetes világos-sötét felszín (NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute/Cassini Orbiter)

Az így kialakult hegység arányait tekintve Földünkön 100 km magasságot is elérne, ami mintegy 11-szerese a legmagasabb földi hegy magasságának.

Forbes.com, 2018. március 8.

– Molnár Péter

Mit látunk a vörös bolygón?

I. A Mars alakzatai kis távcsővel

Nilosyrtis, Margaritifer Sinus és Solis Lacus. Ezek a kifejezések a veterán bolygóészlelők számára valószínűleg nem csak ismerősen csengenek, de be is kúszik az emlékeikből ezen finom alakzatok halvány látványa a remegő Mars-korongon. Nem úgy a legifjabb generációnak, amely tízszer többet hallott az Olympus Monsról és a Vallis Marinerisről (sok sikert a megpillantásukhoz!), mint akár a Syrtis Majorról, a bolygó legkontrasztosabb és leglátványosabb alakzatáról. Vajon az űrszondák és roverek NatGeo uralta korában megadatik még valakinek a halvány szürkés-kék marsi alakzatok néha szemet próbáló, de rendkívül összetett és szép látványának megpillantása? Vajon amikor a pompásan megkontrasztosított és kiéleltített webkamerás bolygófotók mellé bevágjuk a Winjupos, vagy bármely más planetáriumprogram szimulációját, tudjuk-e, mit látunk a bolygón? Fel kell-e ismerünk egyáltalán valamit a bolygón, vagy a szép kép önmagában már elegendő lelki elégtétel?

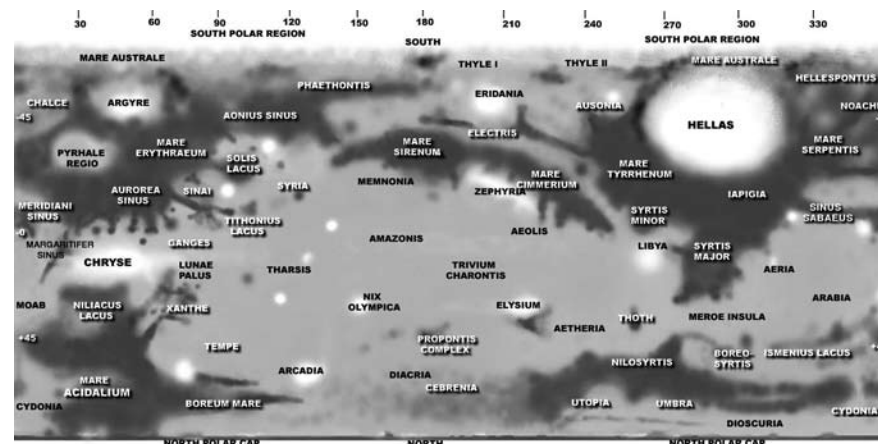
A Mars a Földhöz leginkább hasonló naprendszerbeli bolygó. Mind tengelyhajlása, mind forgási ideje, mind évszakjai, mind felhőzete és időjárási jelenségei nagyban hasonlítanak a földihez. Az egyetlen bolygó, aminek a felszínén kis távcsővel viszonylag könnyen fedezhetünk fel alakzatokat. Általános iskolában földrajzórán keményen belénk verik a kontinensek neveit, sőt a félszigeteket, szigeteket, hegységeket is. Hogyne lenne fontos és életszerű bolygószomszédunk alakzatainak ismerete! A mai képrögzítési technika egészen új távlatokat ad a legapróbb és legfinomabb részletek rögzítéséhez, melyek már nem csak albedó-, de jól ismert topográfiai alakzatok is. Ha a Jangce-folyót vizsgáljuk, nem fontos tudni, hogy a Kelet-kínai-tengerbe ömlik? Ha a Vallis Marinerist vizsgáljuk, nem fontos tudni, hogy az Aureora Sinusban végződik?

A topográfiai alakzatok a nevüket is gyakran az ott levő albedóalakzatokról kapták. Sose berzenkedjünk hát az elsőre száraznak tűnő *areográfától*, hiszen ez ad keretet minden felszíni vizsgálódásunknak, és kis-távcsöves észleléseink itt be is teljesednek. Cikksorozatunk első részében a Mars kisebb vagy közepes távcsővel megpillantható albedóalakzatait, azok megfigyelését és változásait tekintjük végig. Második cikkünk a nagytávcsővel, vizuálisan megpillantható és webkamerával rögzíthető, apróbb, de annál izgalmasabb topográfiai alakzatokat, azok megfigyelését tekinti majd át. A harmadik pedig a pólussapkák évszakos változásának és az időjárási jelenségek megfigyelésének fortélyait fogja tárgyalni.

Albedóalakzatok. A világos narancssárga Mars korongján távcsővel kéesszürkének tűnő sötétebb alakzatokat láthatunk. Régen ezeket különféle vizekkel azonosították, innen származnak vízrajzi elnevezéseik. A legnagyobb, legsötétebbek területek a *tenger* (Mare) nevet kapták, ebből *öböl* (Sinus, S.) és *zátony* (Syrtis, Syr.) nyúlhat ki. Kisebb és jóval halványabb, nehezebben látható sötét folt a *tó* (Lacus, L.) és a *mocsár* (Palus, P.). Még kisebb, pontszerű folt a *forrás* (Fons, F.). További vízrajzi alakzatnév a halvány, tömzsi csatornaszerű *híd* (Pons), a *tengerszoros* (Fretum, Fr.), a *kikötő* (Portus) és a *csomó* (Nodus, N.). A sötét területeken elhelyezkedő apró, sötét alakzatok a hegyvidékek nevezéktanának megfelelő nevet kaptak. Ilyen a *hegyfok* (Promontorium, Pr.), a *csúcs* (Fastigium), a *mélyedés* (Depressio, D.), a *hegy* (Mons) és az apró, fehéren világos terület, a *hegyi hó* (Nix). Az albedóalakzatok tulajdonnevei az ókori mitológiából, történelmi és földrajzi helyekről kapták nevüket. A világos sivatagi területek gyakran régi népcsoportok lakhelyeinek nevét kapták. Az IAU 1958-as közgyűlése 128 albedóalakzat nevét ismerte el hivatalosan, ebből

105 Schiaparelli, 2 Flammarion, 2 Lowell és 16 Antoniadi nevéhez fűződik. Ez jelentős egyszerűsítés Antoniadi később említendő térképének 558 alakzatához képest.

A Mars albedóalakzatainak többsége nem topográfiai alakzat, tehát nem valamilyen felszíni struktúra vagy domborzat által kialakított albedókülönbség. Az albedótérkép viszont inverz módon pontosan korrelál a porborítási térképpel. A világos terra területek tehát marsi porral és homokkal sűrűn, ill. vastagon borított területek. A sötét mare területek viszont csekély porborításúak, ahol jobban kilátszik a sötét, gyakran bazaltos szálkőzet. Ennek megfelelően az albedóalakzatok változásokat is mutathatnak! Vannak évszakos, lokális szélfúvással és felszíni fagyás-olvadással kapcsolatos változások. Vannak nagyobb,



Az ALPO kistávcsöves Mars-térképe, marsrajzi irányokkal (dél fent, a marsi nyugat jobbra)

regionális vagy globális porviharok okozta átrendeződések, porsávlerakódások, vagy akár feltisztulások. És vannak hosszú, évtizedes albedóalakzat-változások is. Igen érdekes tehát ezek nyomon követése közepes és nagyfelbontású felvételeken!

Irányok és koordináták. A marsi irányok azonosításakor a következőkre figyeljünk: A térképeken és az amatőr gyakorlatban a bolygót a távcsőben látott (zenittükör nélküli) képnek megfelelően tájoljuk. Dél fent,

észak lent, az égi nyugat (p) balra, az égi kelet (f) jobbra van. Mivel a Marson a valós K-Ny irányok fordítottak, az areográfiai Ny mindig jobbra, a K pedig mindig balra lesz! A térképen a 0°-os kezdőmeridián a távcsővel is jól azonosítható Sinus Meridiani két markáns, sötét öble között húzódik, az apró, távcsővel nem látható Airy-kráterben. A kezdőmeridiántól a nyugati hosszúság mentén a hosszúsági körök jobbra, nyugatra nőnek. A nyugati hosszúsági rendszert a fokérték után írt W-vel jelöljük (pl. 250 W). Mivel a bolygó nyugatról keletre forog, a forgás során a centrálmeridián (északi és déli pólust összekötő képzeletbeli vonal) marsrajzi hosszúság nő. A Mars tengelyforgási ideje 24 óra 40 perc. Így egy estén mindig ugyanabban az időpontban megfigyelve a Marsot, mindig pontosan 10°-kal kisebb

hosszúságú terület van a centrálmeridiánon, és 40 perc múlva forog csak be az előző napi hosszúság. Így a Marson azonos észlelési időpontban nézve 18 nap múlva az ellentétes féltekét láthatjuk, és 36 nap múlva látszik az eredeti hosszúságú terület a CM-en.

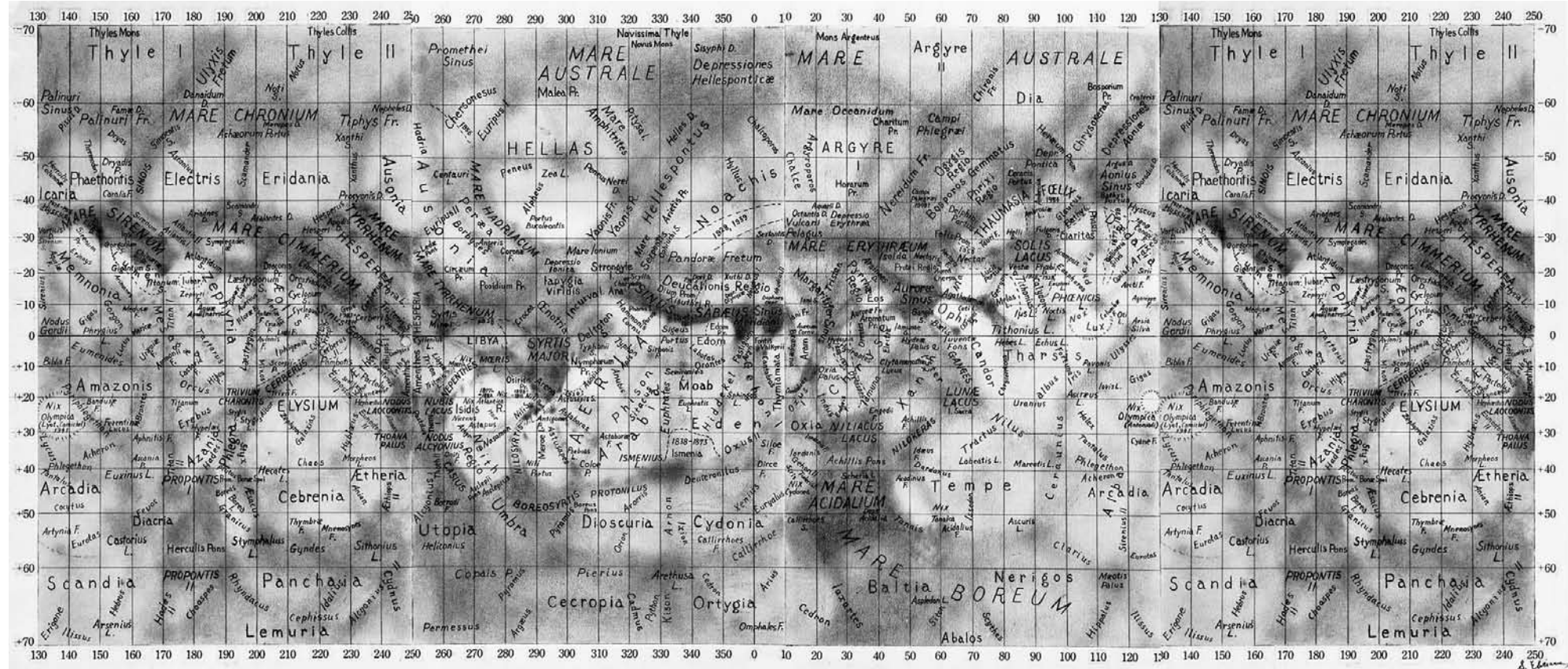
Térképek. Míg manapság számos planetáriumprogrammal pompás szimulációkat kaphatunk a Marson aktuálisan látszó alakzatokról, az korábbi nagy oppozícióknál még térképek segítségével kellett a látót-

Antoniadi Mars térképe, Ebisawa 1957-es kartográfiai munkája nyomán

Nagyléptékű alakzatok. A Mars déli féltékén 0 és -40° déli szélesség között majdnem teljesen összefüggő mare régió

A déli tengerterület két nagyobb blokkra osztható. Az egyik a Syrtis Major és a tőle sorrendben egyre keletebbre elnyúló Mare Tyrrhenum, Hesperia, Mare Cimmerium és Mare Sirenum vidéke. A másik blokkban a Mare Erythreum – Aurora Sinus széles összefüggő tengervízája van középen,

melyhez keletről a Sinus Meridiani – Sinus Sabaeus, nyugatról a Solis Lacus csatlakozik. A bolygó egyenlítőjén szinte megszakítás nélkül egy világos, sok nagyobb régióból álló terra terület húzódik végig. Ennek legnagyobb, csaknem a fél féltekéet betöltő része a Tharsis – Amazonis – Elysium világos síksága. Ha az északi félteke billen felénk, és ez a hatalmas sivatagi régió látszik, a bolygókorong szinte üresnek, részlet- és tengernélkülinek tűnhet. A Nodus Alyconus és a Syrtis Major közé a kisebb Isidis Regio, a Syrtistől nyugatra egy jóval kiterjedtebb felföld, az Aeria – Moab – Eden világos területe húzódik. Az északi trópusi terra-zónát végül a Niliacus Lacus töri meg. A déli

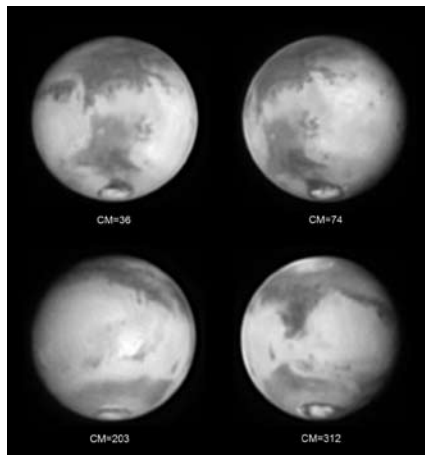


félteke mérsékelt és poláris területein, -40° fölött újabb világos, medencékkel, halvány csatornákkal és finomabb sötét foltokkal tarkított terület húzódik. Legfeltűnőbb világos alakzata a Syrtis Major fölött elhelyezkedő Hellas óriási, világos becsapódásos medencéje. Tőle nyugatra a Hellespontus csatornája után a Noachis bizonytalan világos foltja, majd a Mare Erythraeum fölötti Argyre világosabb becsapódásos medencéje látható. Fényes mérsékelt övi déli folt még a Mare Cimmerium fölötti Eridania, és a tőle nyugatra levő, Hellas melletti Apusonia is.

Mare alakzatok. Nézzük meg most közelebbről a legizgalmasabb mare alakzatokat, és megfigyelésüket!

Mare Acidalium – Niliacus Lacus – Lunae Lacus. A Mare Acidalium igen sötét és markáns, nyugat felé íves (Tanais) tengere uralja az északi mérsékelt övet. Az Achilles Pons halvány világos beékelődése választja el a jóval halványabb, nehezebben megfigyelhető, de finoman strukturált sötét Niliacus Lacustól. A több karéből álló Niliacus Lacus halvány, de megkapó látványt nyújt. Még nehezebb megfigyelni a komplexumtól nyugatra, a Nilokeras nehezen megfogható nyelének végén ülő Lunae Lacust. Ez két, egymás melletti, kifejezetten görbe karéből álló csomós felületű albedóalakzat. Megpillantása nagyobb távcsövet kíván.

Mare Erythraeum – Aurorea Sinus – Margaritifer Sinus. Az előző alakzatcsoport hosszúságán van, de az egyenlítőn és a déli féltekén. A Mare Erythraeum széles, nagy, igen markáns téglalap alakú tenger, finoman strukturált, csomós-csatornás felszínnel. Északi részéhez csatlakozik és az egyenlítőre lenyúlik az Aurorea Sinus. Ez a maga nemében egyedülálló szépségű, finoman strukturált sötét alakzat: a széles félszigetről négy sötét ujj nyúlik le északra. Az ujjak bár sötétek, de aprók, így nem feltűnőek: megpillantásukhoz nagyobb távcső szükséges. A legnyugatibb, talán legmarkánsabb ujjból (Juventae Fons) rendkívül halvány, de hosszú albedócsatorna, a Ganges szeli át az egyenlítőt északra a Lunae Lacus felé. Az Aurorea Sinustól kelet-

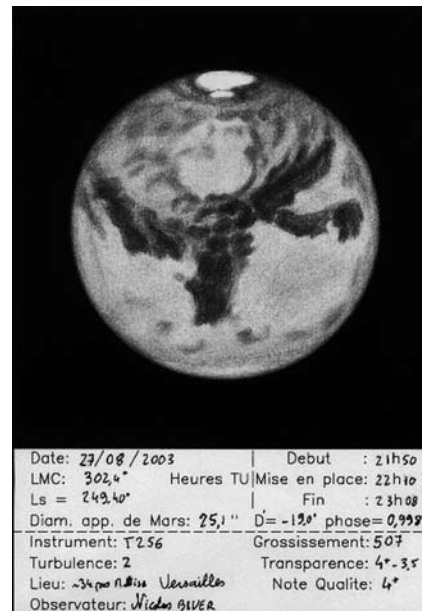


Stefan Buda felvételei a 2014-es láthatóságból, Melbourne-ből, 40,5 DK távcsővel. Bal felső: Mare Acidalium – Aurorea Sinus vidéke, 2014.03.28. 15:04 UT. Jobb felső: Középen Lunae Lacus, fent Tithonius Lacus, 2014.04.30. 12:45 UT. Bal alsó: Elysium (középen), 2014.03.12. 16:45 UT. Jobb alsó: Syrtis Major, 2014.05.11. 11:09 UT

re egy látványosabb, kisebb távcsövekkel is megfigyelhető keskeny, hosszú, félszigetszerű alakzat nyúlik le északra, a Margaritifer Sinus. Ennek központi, sötét foltjából (Oxia Palus) vékony félsziget nyúlik tovább lefelé ÉK-re, egy még halványabb albedócsatorna pedig, az Indus ÉNy-ra, a Niliacus Lacusba torkollik. Megpillantása nagyobb távcsövekkel korántsem lehetetlen, ez a csatorna feltűnőbb a Gangesnél.

Sinus Sabaeus – Sinus Meridiani. A déli féltekén a Syrtis Major és a Margaritifer Sinus között húzódó, ívelt, nem túl vastag, igen markáns és feltűnő alakzat. Nyugati vége a Sinus Meridiani kettős, észak felé mutató kinyúlásában végződik, melyek között fut a kezdőmeridián. A Sinus Meridiani ÉK-i szarva a kifejezetten háromszög alakú Fastigium Aryn. ÉNy-i szarván nagyon apró foltocskák (Fontis Valkyrii) ülnek.

Syrtis Major és környéke. A Syrtis Major (Nagy Zátony) a Mars legmarkánsabb, legjellegzetesebb, és alighanem legismertebb albedóalakzata. Igen sötét, 2–3-as intenzitású. Ha a centrálmeridiánon van, kis



A Syrtis Major és környezete a 2003-as nagy Mars-oppozíció során, Nicolas Biver rajzán. 2003.08.27. 21:50-23:08 UT, 25,6 T, 507x

távcsövekkel is feltűnő, jellegzetes, háromszög alakban északra csúcsosodó, az Indiai-félszigethez hasonlító folt. Felülete nem homogén, főleg északi és keleti oldala kisebb, sötét csomókból áll. Északi vége, a 2–3 nagyon apró foltból összeálló Nili Lacus egy vékony világos elválasztással, a Nili Ponsszal fűződik le félig a szigetcsúcsról. A csúcsról nagyon finom, apró albedócsatornák erednek; nagyfelbontású felvételeken is apró halvány foltok fűződnek le az északi csúcsáról. A legfeltűnőbb csatorna a Nilosyrtis, mely a K-i oldalról ívesen fut délnek az északi féltekén fekvő Boreosyrtis sötét, íves, délre kinyúló csúcsáig. A Syrtis csúcsától DNy-ra levő nagyon finom foltok, csatornák erednek (Astraboras, Astusapes), melyek erőssége, kinézete időben változhat. A K-i oldalon a Syrtis-csúcs és a Boreosyrtis között felmagasságban a Nodus Alyconus jellegzetes, közepes méretű, vesszőalakú ívelő foltja társul, kissé Sri Lankát idézve

az Indiai-óceánon. A Syrtis délen a Iapygia Viridis területén kiszélesedik, K-re a Mare Tyrrhenum, Ny-ra a Sinus Sabaeus felé folytatódik. A K-i oldalon a Mare Tyrrhenum alatt kisebb íves öböl csúcsán a Syrtis Minor (Kis Zátony) kevésbé feltűnő foltja ül.

Mare Tyrrhenum – Mare Cimmerium – Mare Sirenum. A Syrtistől keletre ez a három sötét, megnyúlt alakú tenger rétegződik egymás fölé, tengerhidat képezve a Syrtistől egészen a Solis Lacusig. A Mare Cimmerium ÉNy-i csúcsa a Syrtis Minor mellé-alá benyúló Tritonis Sinus, és annak legészakibb kinyúlása, a Cyllenius Lacus. Érdekes alakzatok a Mare Cimmerium északi részén ülő Sinus Gomer nyúlványai. A Ny-i egy sötétebb háromszög végén eredő vékony, északra futó kitérkedés, a K-i egy jóval hosszabb, vékony, ívelt sötét albedócsatorna. A Mare Sirenum egy igen sötét, markáns, K-Ny irányban megnyúlt tenger a Solis Lacustól Ny-ra.

Világos terrák. A világos terra területek finom sötét alakzatait, vékony, diffúz csatornáit sokkal nehezebb megfigyelni, mint a mare területek részleteit. Ezek megpillantásához sok-sok gyakorlat, megfelelő adaptáció, és türelem szükséges. Nagy felbontású felvételeken is jól rögzíthetők. Néhány érdekesebb terület, a teljesség igénye nélkül:

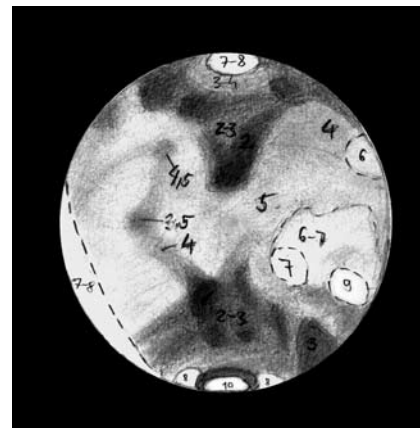
A Mare Acidaliumtól K-re, az Eden alatt izgalmas, finom sötét foltok, csatornák láthatók és rögzíthetők az Ismenius Lacus – Deuteronilus – Oxus II – Siloe Fons lassan dél felé ívelő területén.

Szintén izgalmas, és halvány csatornáiban gazdag terület az Elysium világos régiójának környéke. Ny-ról a már említett, markáns Hyblaeus extension, K felé a sötét Trivium Charontis területe található. Utóbbiból több halvány csatorna ágazik szét különböző irányokba.

Kis beékelte világos területek. A tengerek mellett, azok öbleiben kisebb, de igen fényes, a környező terraterületeknél is világosabb világosvörös foltok ékelődhetnek be. Ilyen az Ophir – Candor a Tithonius Lacus alatt, a Sinus Meridiani Fastygium Aryn öble alatti kerek Edom, a Mare Sirenum alatti Lumen

Alakzat neve	szél.	hossz.	alakzat/háttér	int.	felt.	Leírás
Mare Acidalium	+47	32	sötét tenger / v	3	8	Hatalmas szögletes tenger az É-i féltéken
Niliacus Lacus	+27	30	sötét folt / v	5	6	Sötét, nagyobb K–Ny irányú folt a Mare Acidaliumtól D-re
Lunae Lacus	+26	56	sötét folt / v	6	3–4	Igen halvány kétkaréjos sötét folt a Niliacus Lacustól Ny-ra
Achillis Pons	+32	28	világos folt / s	6	5	Mare Acidalium és Niliacus Lacus közti apró, világos elválasztás
Nilokeras	+40	51	sötét csatorna / v	6	4	Sötét nyél a M. Acidaliumból a Lunae Lacus felé
Mare Erythraeum	–27	47	sötét tenger	4	9	Kiterjedt téglalap alakú sötét tenger
Aureora Sinus	–9	50	sötét folt	3	6–7	Markáns sötét folt a M. Erythraeum É-i részén
Aureora sinus ujjai	–3	61,5	sötét kinyúlás / v	5	3	Juventae Fons
	0	55	sötét kinyúlás / v	5	3	
	–0,5	46,5	sötét kinyúlás / v	5	2–3	
	–1,5	39	sötét kinyúlás / v	5	2–3	
Ganges	+10	60	sötét csatorna / v	6,5	3	Halvány csatorna a Juventae Fons – Lunae Lacus között
Margaritifer Sinus	–6	18	sötét folt	5	6	É–D-i sötét íves alakzat
Oxia Palus	+8	17	sötét folt / v	5–6	4–5	A Margaritifer Sinus csúcsán ül, vékony, sötét DK csatornában folytatódik
Indus	+16	21	sötét csatorna / v	6,5	3	Halvány csatorna Oxia Palustól DNy-ra a Niliacus Lacusig
Sinus Sabaeus	–9	335	sötét folt / v	4	5–6	Sötét, vékony K–Ny irányú tenger a Syrtistől Ny-ra
Sinus Meridiani	–6	0	sötét folt / v	3	6–7	Kétkaréjos K–Ny-i megnyúlt folt
Fastigium Aryn	–1	352	sötét kinyúlás / v	5	5	A Sinus Meridiani K-i karéja
Fontis Valkyrii	+5	2	sötét foltcska / v	6	3	Nagyon apró foltok a Sinus Meridiani Ny-i karéján
Syrtis Major	+5	290	sötét tenger / v	2–3	9–10	Hatalmas sötét félsziget
Nili Pons	+17	285	világos csatorna / s	6,8	2–3	Apró világos befűződés a Syrtis M. csúcsán
Nili Lacus	+22	287	sötét foltcska / v	5,5	3	Apró sötét lefűzött foltok a Syrtis M. csúcsán
Nilosyrtis	+35	277	sötét csatorna / v	6	4	Sötét, ívelt nem túl feltűnő csatorna a Syrtis csúcsától a Boreosyrtisig
Boreosyrtis	+53	270	sötét tenger / v	3–4	7	Sötét, kicsücsosodó tengerrész a Syrtisszel szemben, az É-i oldalon
Nodus Alyconus	+33	265	sötét folt / v	3	6	Közepes, sötét vesszőszerű folt a Syrtis csúcsától K-re
Iapygia Viridis	–21	302	sötét terület / s	4	5–6	Sötét terület a Syrtistől ÉNy-ra
Syrtis Minor	–7	262	sötét kinyúlás / v	5	4–5	Sötét, halványabb É-i kinyúlás a Syrtistől ÉK-re
Mare Tyrrhenum	–24	250	sötét régió	5	5	megnyúlt, kissé diffúz sötét alakzat
Mare Cimmerium	–15	235	sötét tenger	3–4	6	DK–ÉNy irányban megnyúlt tenger
Tritonis Sinus	–2	250	sötét kinyúlás / v	5	4	Mare Cimmerium Syrtis Minor felé kinyúló csúcsa
Cyllenius Lacus	+5	255	sötét kinyúlás / v	6	2–3	A Tritonis Sinus É-ra forduló csúcsa
Sinus Gomer	–1	229	sötét csatorna / v	6	2–3	A Mare Cimmerium északi oldalából eredő hosszabb sötét csatorna
Ny-i része						
Sinus Gomer K-i része	–6	221	sötét csatorna / v	6	2–3	A Mare Cimmerium északi oldalából eredő rövidebb sötét csatorna
Mare Sirenum	–30	128	sötét tenger / v	2–3	8	Igen sötét, kiterjedt, megnyúlt tenger
Ismenius Lacus	+42	335	sötét folt / v	5	5	Sötét folt a Mare Acidaliumtól messzebb, K-re
Deuteronilus	+39	347	sötét csatorna / v	6	4	Sötét csatorna az Ismenius Lacustól Ny-ra
Siloe Fons	+30	7	sötét folt / v	6	3–4	Sötét folt a Niliacus Lacustól K-re
Hyblaeus extension	+36	225	sötét csatorna / v	4–5	5	Sötét, íves folt az Elysium régiójától ÉNy-ra
Trivium Charonthis	+14	197	sötét folt / v	5	5	Sötét folt az Elysium medencéjétől DK-re.
Ophir	–8	55	világos beékelte folt	8,5	5	Az Agathodaemon és Juventae Fons közé ékelte világos rész az Aureora Sinus mellett
Edom	–2	344	világos beékelte folt	8	4–5	A Fastigium Aryn és Sinus Sabaeus közé ékelte világos folt
Lumen	–16	146	világos beékelte folt	8	4	A Mare Sirenum ÉNy-i részén levő világos folt
Lubar	–15	161	világos folt / v	8	4	A Mare Sirenum ÉNy-i csúcsa mutat rá erre a világos foltra
Aram	–2	13	világos beékelte folt	8	5	A S. Meridiani és a S. Margaritifer közé ékelte világos folt
Hellas	–40	290	világos medence	9	7	Hatalmas, ovális, világos medence a Syrtis Majortól délre
Argyre	–47	41	világos medence	8	4–5	Apró, kerek, világos medence a Mare Erythraeumtól délre

Marsi albedóalakzatok főbb jellemzői. Rövidítések: szél. – marsrajzi szélesség; hossz. marsrajzi nyugati hosszúság; alakzat/háttér – alakzat fényessége a háttérhez képest, v: világos, s: sötét; int. – relatív intenzitás (1-sötét, 10 fényes); felt. – feltűnőség: 10 nagyon feltűnő, 7 első pillásra feltűnő, 3 nehezen látható



Sánta Gábor nagytávcsöves rajza a Syrtis Major vidékéről, 2014.05.27. 19:50 UT, 35,5 T, 413x

és Lubar területei, vagy a Margaritifer Sinus és Sinus Meridiani közé beékelődő Aram.

Albedóalakzatok változása. Azt hinnénk, a szilárd felszíni, folyékony vizet nem tartalmazó Mars felszínmintázata változatlan. Alapos megfigyelésekkel sikerült azonban különböző időskálájú finom albedóalakzat-változásokat megfigyelni. Ezek a felszíni portakaró változásával, porlerakódással magyarázhatók. A régi megfigyelések alapján kialakult egy kép a tengerek, sötét alakzatok tavaszi elsötétedéséről. A sötétedés a késő tavaszi folyamán következik be az adott féltéken, a pólusok felől kiindulva az egyenlítő felé. Később kiderült, hogy ez a látszólagos sötétedési hullám természetében épp ellenkező folyamat: a világos területek kivilágosodása okozza a sötét tengerek látszólagos elsötétedését. Ez a világos területeken, a tavaszi szelek következtében lerakódó friss, világos pornak köszönhető.

A hosszútávú változások közé tartozik a már említett Hyblaeus extension 1970-es években történt elsötétedése és kiszélesedése, és a Nodus Lacontis nagyjából ekkori eltűnése.

A Syrtis Major klasszikus megfigyelései szerint a zátony szélessége változik, az északi tavasz során keskenyedik, középnýárra érve el a legkeskenyebb állapotát ($L_s=145^\circ$).

Az északi tél során a legvastagabb ($L_s=290^\circ$). Az újabb vizsgálatok és HST-felvételek alapján ez a jelenség 1990 óta nem figyelhető meg jelentős mértékben, a változások csak igen kis léptékűek. Hosszú távon azonban keskenyedni látszik a zátony: az 1950-es évekhez képest keskenyebb és tompább végű lett. A 2001-es porvihar után érzékelhetően vékonyabbá és kihűzöttabbá vált.

A Hellas 7 km mély medencéje az egyik legnagyobb becsapódási medence a bolygón. Kiválóan látható világosvörös ovális foltként a Syrtis hosszúságán, annál jóval délebbre, viszonylag sötét környezetben. Sajátos helyi klímája van. Felhőborítását most nem tárgyaljuk. Albedóját alakító fontos tényező azonban, hogy gyakori helyszíne lokális porviharok képződésének, elsősorban a déli kora tavasz során. Ezek a porviharok friss, világosvörös porral, por-sávokkal boríthatják a felszínét. A nagyobb porviharok kitörhetnek a medenceperemén át, és friss Hellas-port teríthetnek a környező Mare Australe vagy Mare Tyrrhenum területeire. A 2001-es globális porvihar is itt kezdődött. Ezzel szemben a nyugodt időszakokban a Hellas elsötétedhet, ilyenkor finom albedóalakzatok jelennek meg benne. A medence közepén apró sötét folt a Zea Lacus, belőle finom, sötét csatornák sugározhatnak ki északra a Mare Hadriacumig (Alpheus-csatorna) és nyugatra a Yaonis Fraetumig (Peneus-csatorna).

A Solis Lacus, a „Mars szeme” a bolygó izgalmas alakzata, híres a változásairól. A Mare Erythraeumtól Ny-ra fekvő ovális, csomókból álló foltot egy íves világos régió, a Thaumasia veszi körül, mint szembogarat a szemfehérje. A Solis Lacus foltja az 1971-es és 2001-es oppozíciók között több alkalommal megnőtt, elsötétedett, volt úgy, hogy É–D irányba megnyúlt, többször pedig kivilágosodott és összement. Több változás egyértelműen porviharos időszakokban volt jelentkező. Több csatorna is fut a folttól sugárirányban szét. K-re az elhalványodott Nectar, délre az Ambrosia, DNy-ra a Glaucus futnak ki a sötét peremig. Északra a Tithonius Lacusszal is albedóösszekötte-

tésben lehet a Geryon csatornáján át. Szintén izgalmas terület a Solis Lacus és a Mare Sirenum közé ékelődő Daedalia nagyon finom sötét foltokkal borított világos régiója. Az 1973–2001-es oppozíciók között több alkalommal meglehetősen elsötétedett, a 2001-es porvihar után is sötétedésen ment át.

A Trivium Charontis sötét foltja az Elysium világos régiójától K-re fekszik. 1950 és 1995 között több halványodáson ment át, amiket csak csekély visszasötétedések kísértek. Jelenleg két-három sötétebb csomóból álló halvány alakzat. A Viking albedotérképén meglehetősen markánsnak, éles szélűnek tűnik, és az ezt használó planetárium programok, így a Winjupos is markáns sötét foltnak jeleníti meg az Elysium mellett. Ilyen feltűnő alakzatot azonban manapság ne keressünk a bolygón.

A Mars vizuális észlelése. A bolygó vizuális megfigyelésénél a következőket tartuk szem előtt: A Mars a harmadik legnagyobb felületi fényességű bolygó. Korongfelületének fényessége távcsőmérettől függetlenül nagyobb, mint a szemünk kontrasztlátásához optimális fénymennyiség. Integrált fényű észlelésekor is használunk neutrálszűrőt. Kis távcsövekre ND0,6-0,9 elég lehet, nagyobb távcsövekhez legalább ND1,3-as szűrő ajánlott. A sötét, kékeszürkének látszó mare alakzatok nagyon hatékonyan kontrasztosíthatók mélynarancssárga (W21) vagy világosvörös szűrővel. A narancs szűrő a narancssárga terrák fényét teljesen átengedi, míg a kékeszürkébb mare régiókat levágja, így relatíve elsötétíti. A narancs szűrő emellett eltünteti a horizontközelen levő bolygó atmoszférikus diszperzióját is. A bolygó észlelésénél fontos tudni, hogy a gömbön való fényszóródás és a perspektíva miatt a korong középső, felénk néző, legvilágosabb részén lesz az alakzatok kontrasztja a legkisebb, a korongközép kontrasztja kihígul. Ezzel szemben a peremhez közelebb eső részeken a kontraszt enyhén nő, könnyebben



Szél Kristóf rajza a Syrtis Major keleti oldaláról, 2014.04.20. 20:15–20:33 UT, 15 T, 200x

és jobban meglátjuk az enyhén oldalirányból felénk néző alakzatokat. Fázisban levő bolygó esetén a terminátor közelében még nagyobb a kontraszt, még könnyebb a dolgunk.

Mivel a bolygó forgása gyors, ha nagy távcsővel és hosszabb ideig rajzolunk, fontos először a nagyleptékű alakzatok, tengerperemek kontúrját vonalvezetőként megrajzolni, majd minél hamarabb a keleti (esti), majd a nyugati (reggeli) peremet. A korong belső alakzatait és a pólusokat ezután nyugodtan és aprólékosan vizsgálhatjuk, a kis részleteket a nagyobb tengerkontúrokhöz képest pontosan be fogjuk tudni rajzolni.

A Mars webkamerás észlelésének tudnivalóit, illetve egyes izgalmas alakzatokat (Tithonius Lacus, Tharsis vulkánok) cikkorozatunk következő részében, a topográfiai alakzatok megfigyelésekor mutatjuk be. A Mars, különösen a mostani nagy oppozíció során már kis távcsővel is megannyi érdekes részletet, felfedezni valót rejt. Ismerjük meg hát a Földünkhöz leghasonlóbb bolygószomszédunkat, és kössünk vele az okulár mellett életre szóló barátságot!

Kiss Áron Keve

Mű- és valódi holdak

A mesterséges égitestek megfigyelése az egyik legkönnyebb tevékenység, hiszen ma már alig tudunk úgy az égre pillantani, hogy ne húzzon át néhány percen belül valami műhold. Megörökítésük azonban a legtöbb esetben a szerencse mellett alapos felkészültséget, precizitást, türelmet és kitartást igénylő feladat. Évente csupán néhány alkalom adódik, amikor egy adott helyszínről vagy annak elérhető közelségéből a Nemzetközi Űrállomás átsuhan a Nap vagy a Hold előtt, s ezen alkalmakból is csupán kevés esik tiszta időre. Az ehhez hasonló átvonulások számára 2017 végén jött létre az észlelőoldalon a „Mesterséges égitestek” kategória, ahová a szerencsés, precíz, kitartó és türelmes megfigyelők feltölthetik a felvételeiket. A felterült észlelésekből – azok mennyiségétől is függően – negyedévente készül összefoglaló a Meteorba is, a mostani az első ilyen tematikus cikkünk.

Bánfalvy Zoltán Budapestről 2017. október 13-án alkonyat után sikeresen örököltette meg a Vega mellett alig 3 ípperce elhúzó ISS-t – és mennyire könnyűnek hangzik így ez az állítás! Ahhoz, hogy a feladat bonyolultságát megértsük, olvassunk bele észlelőnk beszámolójába: „Délután 5 felé elég kellemes, derült idő volt, eszembe is jutott a levél reggelről és azon nyomban hatalmába is kerített a harctéri idegesség. Gyorsan elővastam az előrejelzést, –3,8 magnitúdósan ígéri az ISS-t, ellenőriztem a Vega helyzetét Stellariumban, majd kipakoltam a távcsövet és pontosra állítottam az órákat. A Vega elég magasan volt (80°), este 6 körül még felkopant a távcső a tárcsőoszlop oldalán, csak a keresőtávcsőben lehetett látni, de az okulár látómezőjének a közepére nem sikerült már beállítani. Szerencsére pár perc múlva már annyival nyugatabbra volt, hogy már nem volt útban a távcsőoszlop, így sikerült beállítani a távcsőben és a kamerában is. Az expozíciós időt igyekeztem minél rövidebb-

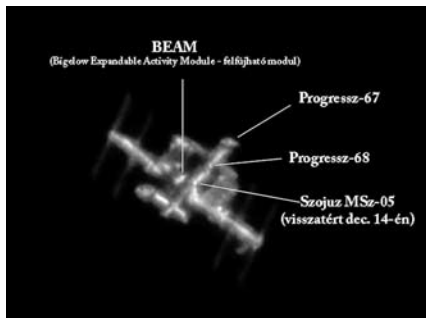
re állítani, hogy a Vega már látható legyen, de a –3,8 magnitúdósan prognosztizált ISS lehetőleg ne égjen be és főleg ne mozduljon be. Eddig az űrállomást csak a Nap előtt fényképeztem le, nem tudtam mire számíthatok.” A sikeres felvételtől animációt is készített megfigyelőnk, az eredményt az észlelőoldalon megcsodálhatjuk. A képek egy SkyWatcher 120/1000-es refraktoron keresztül, ZWO ASI120MM kamerával születtek.



Bánfalvy Zoltán felvétele október 13-án született, amikor az ISS közvetlenül a Vega mellett haladt el (120/1000-es refraktor, ZWO ASI120MM kamera)

Decemberben kissé mozgalmasabb volt az égi forgalom észlelőinknek: a hónap elejének sztárja az ISS-ről levált 3x6 méteres „sörös doboz”, az Orbital ATK Cygnus szállítóhajója volt. A szállítóhajók észlelése mindig kétséges, mivel csak rövid időt töltenek az űrállomástól szabadon keringve, akár felbocsátás után, akár visszatérés előtt, ráadásul kis fényességük miatt nehéz megkeresni őket. A Cygnus esetében most egy néhány napig tartó kísérlet könnyítette meg a megfigyelést, 6-án vált le az ISS-ről, és csak 18-án tért vissza a légkörbe. Hárskútról december 7-én kora este, még nagyon világos égen sikerült megörökítenie e sorok írójának, s ez annak köszönhető, hogy az előrejelzett-nél jóval fényesebb volt a hajó, a várt +4 helyett +2,5 magnitúdós csúc fényességgel

száguldott át az északi égen. Néhány nappal később, 11-én Nagy Szabolcs Wimbledonból örökítette meg ugyanezt az űreszközt, a tőle megszokott precizitással: „Először az ISS érkezett ismét, sajnos az ég nem maradt olyan tiszta, mint szerettem volna. Az ISS után kb. 5 perccel feltűnt a Cygnus is, rettentően megörültem a látványának. Bőven szabadszemes volt, sőt egy ponton igenen felfényesedett, amire egyáltalán nem számítottam – pár nappal korábban semmit nem láttam belőle... A kamera beállításával szinte teljesen vakon kellett kísérleteznem, az ISS-hez használt beállításokat alapul véve megsaccoltam, mégis mi lehet a megfelelő



Nagy Szabolcs Wimbledonból örökítette meg 2017. december 11-én az ISS-t a rácsatlakozott három orosz űrhajóval együtt

– az expozíciós időt kicsit húztam csak feljebb, inkább a gainnel voltam határozottabb. A pénteki Cosmos 2263-átvonulás tapasztalatait is felhasználtam, ami rendkívül hasznosnak bizonyult.” A felvételeket egy Skywatcher 250/1200 Flextube Dobsonnal és ZWO ASI224 MC kamerával készítette, 3000 mm effektív fókusztávolságon. A rendkívül aprócska űrhajó napelemtáblái és henger alakú teste is kiválóan látható a legjobban sikerült képen! Nagy Szabolcs december 8-án, majd 11-én is megörökítette az ISS-t. A december 11-i képen az ISS-re kapcsolódott három orosz űrhajót is beazonosított a képeim!

December 29-én Bánfalvy Zoltán a Napot célozta meg – annak ellenére, hogy a téli időszak nem a Nap előtti átvonulásoknak

kedvez, mivel az alacsony napállás miatt ilyenkor csak tőlünk nagyon nagy távolságban járva keresztezi azt az ISS. Ezen a napon 1038 km-re volt és a rendkívül nyugtalan ég, valamint a rajta úszó fátýolfelhők is nehezítették a feladatot. Ennek ellenére is felismerhető az űrállomás alakja a felvételeken!

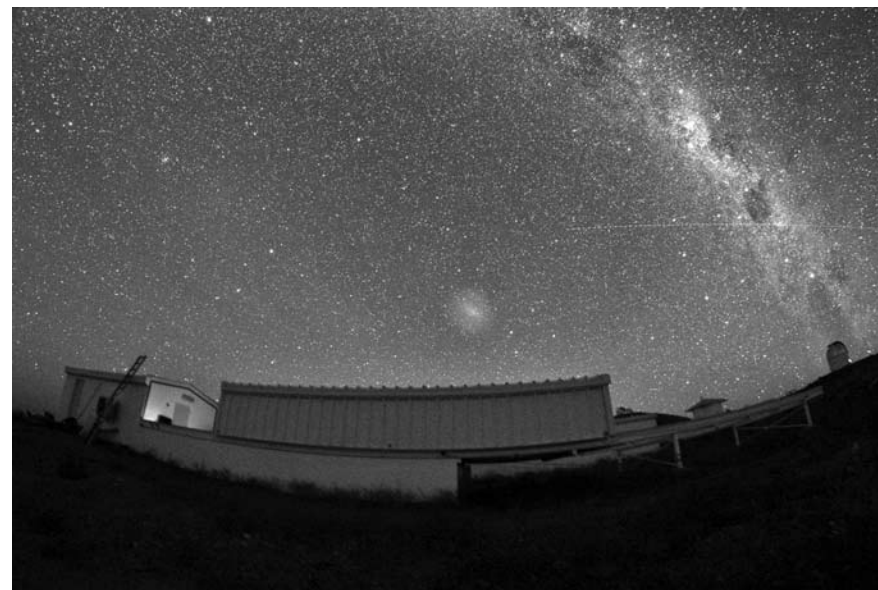
2018. január 29-én este két sikeres hazai és egy angliai észlelés született a Hold előtt átvonuló Nemzetközi Űrállomásról. Rózsa Norbert, akinek a Nap előtti ISS-átvonulást sikerült már megörökítenie, most a Hold előtti átvonulással próbálkozott Ceglédről – sikeresen, amihez egy 750 mm-es Skywatcher Newtont és Nikon D3200 fényképezőgépet használt. Az észlelés érdekessége, hogy 3 perccel korábban még Nagy Szabolcs angliai egén keresztezte a Holdat az ISS! A harmadik észlelést ezen az estén Benei Balázs végezte, aki azt is bebizonyította egyúttal, hogy az ilyen ritka lehetőségek kihasználásához egyáltalán nem szükséges drága kamera: mobiltelefonnal örökítette meg az átvonulást! Benei Balázs egy MOM Unioptik refraktorral és egy Samsung Galaxy A5 telefonnal készítette a felvételt: „Az átvonulás tengelye NyÉNy-KDK irányban szelte át a fővárost, az Infopark és a Tüskecsarnok közötti nyílt terepet választottam ki észlelésre. Eredetileg az ELTE TTK Lágymányosi Campusának Északi és Déli épülete közötti teret szemeltem ki, de 28-ára annyit módosultak a pályaelemek, hogy az átvonulás tengelye pár 100 méterrel délnyugat felé tolódott. Az átvonulás 0,6 másodpercig tartott, előtte 20 másodperccel indítottam a felvételt 30 fps-sel.” (Olvasóink figyelmébe ajánljuk Benei Balázs Asztrofotózás mobiltelefonnal című cikkét, Meteor 2017/11., 35–38. o.)

A hármas észlelés az amatőrcsillagászok közti összefogás és a közös öröm példaértékű bizonyítéka, amire mai világunkban különösen nagy szükség van! Egyrészt egymást inspirálják az amatőrtársak, másrészt segítenek a kivitelezésben, tapasztalattal, eszmecserével – s ebből következően minden érintett örül, hogy sikerült megvalósítani az elképzeléseket.

Az észlelőoldalon érdemes teljes pompájukban megnézni az űrhajóadász amatőrtársaink felvételeit, illetve ha valaki kedvet kapott a témához, a feltöltéseket is várjuk!

Az észlelési időszak legizgalmasabb beszámolóját Rózsa Ferencnek köszönhetjük, aki Chilében, a Las Campanas Observatóriumban munkával töltött

Az űrhajózás történelmi napja volt február 6-án, ekkor zajlott ugyanis a Falcon Heavy első tesztkilövése, amelyet világszerre milliók követtek élőben, és százezernyi a floridai helyszínen. Az első, kereskedelmi űrcég által fejlesztett óriásrakéta utolsó fokozata a sikeres indítás után megtett még néhány „tiszteletkört” bolygónk körül,



A távolodó Falcon Heavy a chilei Las Campanas Observatóriumból, 2018. február 6-án 23:30 körül (helyi idő). Rózsa Ferenc felvétele Canon 550D fényképezőgéppel és Samyang 3,5/8 objektívvel készült, ISO 800 érzékenység mellett, 120 s expozíciós idővel, Fornax Light Track II mechanikán

néhány hetet, a HATpi projekt résztvevőjeként. A napi munka végeztével, sötétedés után természetesen az égbolt volt a főszereplő, s ezen alkalmak egyikén született a fotó: „Február 6-án a Nagy Magellán-felhő fotózása közben lettem figyelmes a keleti égen megjelenő először pontszerű, majd egyre jobban kiterjedő, feltűnően ezüstös-kékes foltra, amely (az itt ritkán látott) felhőktől szokatlan módon nem sodródott az égen. Villámgyorsan átszereltem 2,0/135-ös objektívemet a témához alkalmasabb 3,5/8 mm-es halszemoptikára. A felhő teljes eloszláság sajnos már csak egy érdemleges fotót sikerült készítenem.”

majd a tesztteherként a fedélzetén hordozott Tesla Roadster autóval együtt útnak indult Naprendszerünk középső vidéke felé. Rózsa Ferenc felvételén azt a hajtóműmanővert láthatjuk, amivel a rakéta a földi gravitációból kiszabadult. A manőver során a felhasználott üzemanyag égésterméké gyorsan táguló felhőként követte az űrhajót – ezzel intett búcsút a Falcon Heavy a földlakóknak. Amatőrtársunk csak hazaérkezése után rukkolt elő észleléseivel, fotója a Hét csillagászati képe lett február 15-én. A szerencsés és megismételhetetlen felvétel örökre a mienk marad!

Landy-Gyebárnár Mónika

Őszi őgyelgők

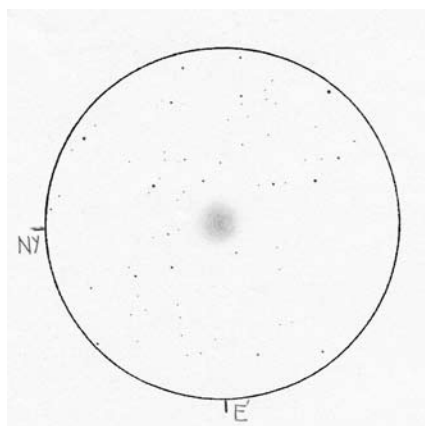
Nehéz helyzetben vagyunk, ha 2017 őszének üstökösjárásáról szeretnénk lelkesítően írni. Általában a 13^m-nál fényesebb üstökösökről szoktunk részletes beszámolót készíteni, de most ezt a határt is csak egy üstökös lépte át értékelhető módon, további négyről pedig vagy kevés megfigyelésünk van, van csak éppen hogy teljesítették ezt a kritériumot. Ráadásul az utóbbi évek egyik legrosszabb időjárású szeptembere köszöntött ránk, a november is csapnivaló volt, így egyedül a legfényesebb C/2017 O1 (ASASSN)-üstökös-ről gyűlt össze nagyobb anyag, az is inkább októberéről. A negatív észleléseket is beleszámítva 2017 szeptembere és novembere között 24 üstökös-ről kaptunk megfigyeléseket, melyek közül 17-et sikerült vizuálisan is megpillantanunk. A beérkezett 48 vizuális és 64 digitális megfigyelés 13 észlelő között oszlik meg.

C/2017 O1 (ASASSN)

A távoli szupernóvákra és egyéb kataklizmusok változóira négy különböző obszervatóriumból vadászó All-Sky Automated Survey for Supernovae (ASAS-SN) program keretében fedezték fel 2017. július 19-én. A 14 cm-es objektívet használó program Cerro Tololón felállított műszeregységének hajnali felvételein mutatkozott a 15,3^m-s, gyorsan fényesedő üstökös. A pályaszámítások szerint ekkor már a kisbolygóöv belső szélénél járt, és október 14-éig még közeledett napunkhoz. Ekkor 1,499 CSE távolságban elérte perihéliumot, négy nappal később pedig földközelpontját (0,720 CSE). Július végétől mi is követtük (l. Meteor 2018/3., 40. o.), a nyár végére 11 magnitúdós fényességig jutott, így ekkor még reménykedtünk, hogy az őszi közepére kellemes látvány lesz.

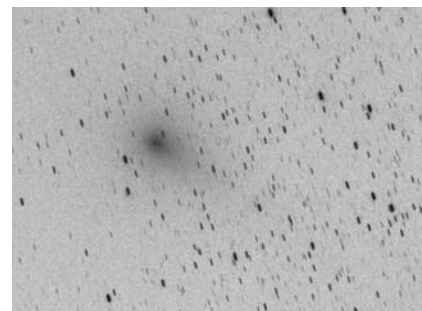
A hét őszi vizuális megfigyelésünk közül az első Kárpáti Ádám készítette szeptember 22-én: „22 T, 60x: Diffúz megjelenésű, 4,7'-es üstökös, melynek megpillantásához kellett

Név	Észl.	Műszer
Gerák Ferenc	1d	20,0 T
Hadházi Csaba	10d	20,0 T
Kárpáti Ádám	2	22,0 T
Kovács Attila (Verőce)	1d	15,0 T
Majzik Lionel	1d	15,0 T
Molnár Iván	1d	28,0 SC
Nagy Mélykúti Ákos	48d	20,0 T
Sánta Gábor	19	40,5 T
Sárneczky Krisztián	1	20x60 B
Szabó Sándor	22	60 T
Szauer Ágoston	1d	5,6/300 t
Tordai Tamás	2d	25,0 T
Tóth Zoltán	4	50,8 T
Zalezsák Tamás	2d	30,4 SC



Kárpáti Ádám szeptember 22-éi rajza a C/2017 O1 (ASASSN) diffúz kómájától (22 T, 60x, LM=47°)

a nagyszerű ég. Kerek kóma, a centrum felé gyenge sűrűsödés (DC=1), csillagszerű mag nem látható. Fényessége 9,5^m.” A további közeledő kométa október közepére érte el legszebb látványát, amikor már cirkumpoláris égitestként láthattuk a Perseusban, majd a Camelopardalisban. Sánta Gábor egy nappal a perihélium előtt tudta megfigyelni: „10,2 L, 55x: Viszonylag látványos üstökös, hatalmas (7'), többé-kevésbé kerek kóma,



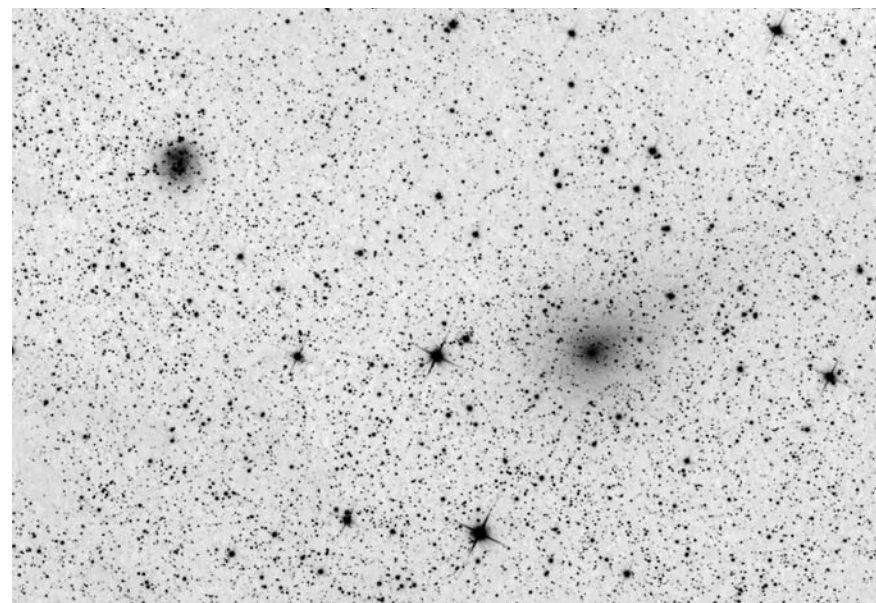
A C/2017 O1 (ASASSN)-üstökös csepp alakú kómája Nagy Mélykúti Ákos október 2-ai felvételén (200/800 T, Canon 750D, ISO 1600, 7,5 perc)

amely 8,8^m-s összfényességgel bír. Benne kerek, korongszerű sűrűsödés és kerek belső kóma, a külső rész viszont elnyúltnak tűnik nyugat felé.” Három nappal később, október 16-án Sárneczky Krisztián egy 20x60-as binokulárral 10' méretűnek, és 9,2^m-snak látta leheletfinom kómáját.

Október második felében nagyjából tartotta fényességét, ám amikor Szabó Sándor

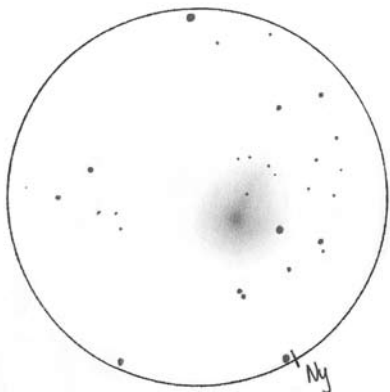
november 14-én este felkereste az északi pólustól már csak 10 fokra járó üstököst, jóval szerényebb látvány fogadta: „60 T, 187x: Kis nagyítással is elnyúlt, 2,0'-es, 11,4^m-s folt. 307x-essel rövid, 2-3'-es csóva látszik PA 210 fok irányban.” Az időszak utolsó megfigyelését Sánta Gábor készítette november 28-án a Cepheusban, +85°-os deklináció mellett: „15,0 L, 60x: Diffúz, de egyértelműen látható üstökös. Fényessége 10,6^m, mérete 4', gyengén sűrűsödik. Szerkezet vagy elnyúltság nem látható.” Az üstökös diffúz megjelenése kihozta azt a jól ismert hatást, hogy kisebb távcsővel és nagyítással jelentősen nagyobb-nak és fényesebbnek látszik. Viszont pont ez a diffúz megjelenés volt az, ami nagy csalódással tette ezt az üstököst a vizuális észlelők körében.

Fotografikus észlelőinknek az érzékenyebb technika miatt kicsit több látványosság jutott, a 2,5'-es külső kóma csepp alakja már Hadházi Csaba szeptember 15-ei felvételén is feltűnik. Érdekesség, hogy a Hyadok és a Plejádok közt félúton látható üstökös



A C/2017 O1 (ASASSN) és az NGC 1624 (NY+DF) együttállása Majzik Lionel október 13-ai felvételén (150/750 T, Nikon D3300, ISO 800, 90 perc)

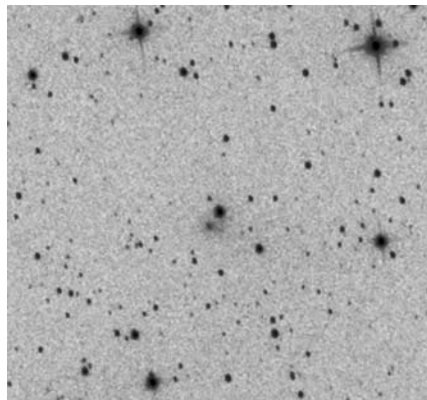
ekkor 3°-ra járt a C/2015 ER61-től. Egy héttel később Tordai Tamás hosszú expozíciós idejű felvételein határozott központi sűrűsödés látható, melyből PA 260 felé, az antiszoláris irányba tör elő az anyag. Szauer Ágoston hóvégi, nagylátószögű felvételén 4' a diffúz, külső kóma mérete. Az októbert Nagy Mélykúti Ákos remek égen készült felvétele nyitotta a 2-án hajnalban: „A 2'15" átmérőjű üstökös összfényessége 10,5^m, a mag 14^m-s, a közepe felé a központi magig fokozatosan fényesedik. PA 240 irányban 15' hosszú, fokozatosan halványuló csóva látszik. Szélessége 2–3', de a közepén kb. 50" szélességben fényesebb.” Nagyon szép felvételt kaptunk Majzik Lioneltől, amelyen a C/2017 O1 és az NGC 1624 jelű, ködbe ágyazott nyílthalmaz október 13-ai együttállását örökítette meg. A másfél órás expozíció szépen kihozta az üstökös halvány külső kómáját, amely legalább 10' átmérőjűnek látszik, valamint a rövid csóvakezdeményt is, tökéletesen visszaadva a kistávcsöves vizuális látványt. Sajnos a hónap közepétől fotósaink elfeledkeztek az üstökösről, így az ősz hátralévő részében nem készült róla fotó. Szerencsére a téli hónapokban visszatértünk hozzá, így dokumentálhattuk a 8 ezer éves hibernálása felé tartó üstökös halványodását.



Sánta Gábor október 27-ei rajza a C/2017 O1 (ASASN)-üstökös csepp alakú kómájáról (405/1800 T, 56x, LM=54')

C/2016 R2 (PANSTARRS)

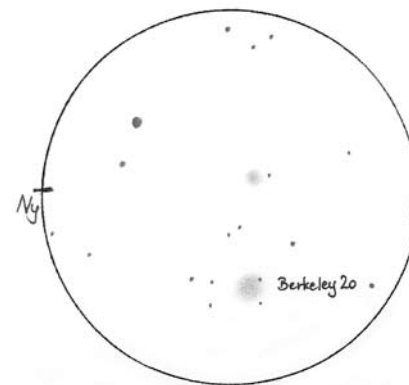
Az University of Hawaii és számos más intézmény által üzemeltetett, mára teljesen a kisbolygók keresésére áttárgított Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System (Pan-STARRS) automata keresőszoftvere találta meg 2016. szeptember 7-én. Üstökös mivoltát az objektumokat megerősítő operátorok vették észre, a 19,1 magnitúdós égitestnek 20"-es kómája volt. A 22 ezer éves keringési idejű kométa ekkor még 6,3 CSE-re járt a Naptól, húsz hónapra 2,602 CSE-s napközelpontjától, így joggal reménykedhettünk abban, hogy egy közepes távcsövekkel vizuálisan is elérhető üstökös közeledik felénk. Ami azonban az őszi hónapokban történt, arra nem igazán számíthattunk akkor, amikor 2016 szeptemberében tucatüstökösként bekerült a katalógusokba.



A C/2016 R2 (PANSTARRS) apró kómája és ekkor még rövid csóvája Nagy Mélykúti Ákos október 2-ai felvételén (200/800 T, Canon 350D, ISO 1600, 7,5 perc)

Hogy kicsit lehűtsük a kedélyeket, az igazi show csak november végén kezdődött, és igazán a téli hónapokra vált látványossá, de addig is kellemesen sok megfigyelést kaptunk a közeledő vándorról. Elsőként Gerák Ferenc fotózta le szeptember 29-én a hajnali égen, az Orion öve alatt látható vándort. A bolygónktól 3,1 CSE-re járó üstökös fényességét 14^m köré tette, az apró, 15"-es kómából tölcser alakú, 1'-es porcsóva indult nyugat felé. Három nappal később Nagy Mélykúti

Ákos is rögzítette a szép csillagmezőben látható üstököst, pontosabb mérése 14,7^m-ban határozta meg az összfényességet. Október közepén ismét próbálkozott, de a 11'-re látzó ε Orionis becillanása nagyon megnehezítette a pontos mérést. A hónap utolsó felvétele Hadházi Csaba nevéhez köthető, ami egyben átvezet a vizuális megfigyelések világába, hiszen október 27/28-án született Sánta Gábor első észlelése. A jó idő mellett az üstökös és a Berkeley 20 jelű, vagy 30 ezer fényévre lévő, igen öreg nyílthalmaz együttállása is motiválta a megfigyeléseket. A távoli csillagsoport mind a fotón, mind a vizuális észlelőlapon is szerepel. A 0,7'-es kóma összfényessége 13,5 magnitúdó volt.



A C/2016 R2 (PANSTARRS) együttállása a Berkeley 20 jelű nyílthalmazzal Sánta Gábor október 27-ei rajzán (405/1800 T, 200x, LM=24')

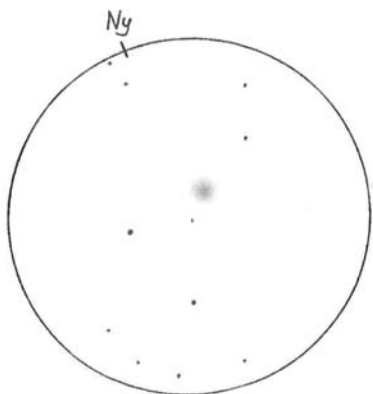
Novemberben az időjárás sajnos közbeszólt, de néhány derült pillanatot kihasználva azért tovább követhettük fényesedését, amit eleinte csak a 2,5 és 2,1 CSE között csökkenő földtávolság táplált. Egy ilyen pillanatot használt ki 14-én este Tóth Zoltán: „50,8 T, 164x: Az Orionban kereshető fel ez a fényes esti üstökös, amelynek 12,8 magnitúdós fénye 0,8'-en oszlik el. Egy csillaglánc teszi még szebbé megjelenését, egyben nehezíti részletei észrevételét. 307x-essel a kóma PA 120/300 irányban elnyúlt.” Ezekben a napokban jelent meg a külhoni fotókon egyértelműen az üstökös rendkívül furcsa, vastag, hullámzó füstoszlopra

emlékeztető ionsóvája. Ezzel párhuzamosan az aktivitás is gyorsan növekedett, így november 22-én Szabó Sándor már 11,9^m-s fényességet, és ívperc feletti kómát becsült. Ezen a napon születtek a világhírű üstökös-fotográfus, Michael Jäger első színes felvételei, amelyeken egészen furcsa szerkezetet mutat az ionsóva, a két oldalán egyenes szálak törnek elő nagy szögben a kómából, miközben a hullámzó, széles fő tömege élénk kék színben pompázik.

Mivel ekkoriban az üstökös még 3,2 CSE-re járt, nem a klasszikus, vízjég által dominált aktivitást láthattuk, valami más, alacsonyabb olvadáspontú illóból volt rengeteg az üstökösmagban. A nagy távolság azt is eredményezte, hogy a kevésbé erős és konkrét irányú napszél nem formálta nyílegyenesre a csóvát, az lobogni, megtörni, szétszakadni látszott. Láttunk már ilyet egyszer, de ehhez egészen 1961-ig kell visszamenni, amikor – az egyébként távolságában és keringési periódusában is hasonló – Humason-üstökösről készültek hasonló színes fotók. Ezt megelőzően pedig 1908-ban a szintén távoli Morehouse-üstökös mutatott hasonló szerkezetet. Mindkét égitest a népszerűsítő művek rendszeres szereplője, de láthatóan évszázadonként csak kettőt várhatunk belőlük. A furcsa aktivitást az eleve nagyméretű magban (a Humason estében 40 km-re tették a méretét) extrém nagy mennyiségben előforduló szén-monoxid okozza, amit szubmilliméteres hullámhosszon sikerült is kimutatni december végén. Ennek mennyisége harmada volt az óriásnak számító Hale-Bopp-nál hasonló naptávolságban mért értéknek, ami így is kiugróan magas. Ritkaságszámba menő üstökös érkezett hát hozzánk, sajnos azonban gyönyörű, a CO⁺ ionoktól kékesen fénylő csóvája megörökítéséhez nagy érzékenységre és fényerőre volt szükség. Ennek ellenére Hadházi Csaba november 28-ai, DSLR géppel készült 2 perces fotóján halványan sejthető a kékes színű lepel legfényesebb, központi része. A téli hónapokban aztán sokszor próbálkoztunk vele, a tovább növekvő aktivitásnak köszönhetően nem is hiába.

24P/Schaumasse

Alexandre Schaumasse három üstököszt fedezett fel a nizzai obszervatóriumból, melyek közül ez a 1911. december 1-jén talált 12 magnitúdós vándor volt az első. Az eleinte még 8 éves, mostanában inkább 8,2–8,3 éves keringési idejű kométa a földközeli üstökösök csoportjába tartozik, így időnként jelentősebben megközelíti bolygónkat, 1952-ben egészen 6 magnitúdóig fényesedett. Legutóbbi nagy földközelsége 1993-ban volt, amikor hazánkban is többen megfigyelték, ahogy 2001-ben is. Legutóbb kedvezőtlen helyzete miatt még fotografikusan sem észlelték, és a mostani visszatérése is a rosszabbak közül való volt. Tavaly novemberi napközelsége ($q=1,206$ CSE) során 1,5 CSE körüli távolságban, és csak 55 fokos elongációban látszott a hajnali égen, ami a rossz idővel párosulva megtette hatását: mindössze három megfigyelést kaptunk erről a híres üstökösről.



Sánta Gábor 2017. november 1-jén készült rajza a 24P/Schaumasse-üstökös diffúz kómájáról (150/750 L, 83x, LM=1 fok)

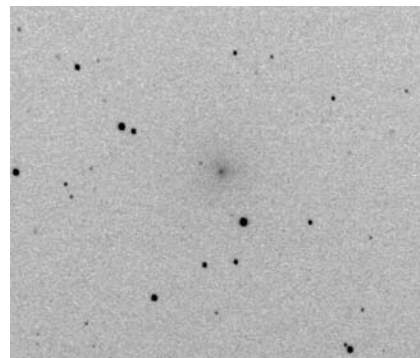
Elsőként október második hajnalán Nagy Mélykúti Ákos fotózta le a Cancerban járó üstököszt, amelynek igen apró, 15"-es kómája volt – vélhetően csak a legbelső rész látszott –, melynek fényessége 15,5 magnitúdó volt. Legközelebb október végén fotózta le Hadházi Csaba a diffúz üstököszt, s bár

a felvételeket nehéz összehasonlítani, de fényesebbnek, aktívabbnak tűnik. Egyetlen vizuális észlelésünk november 1-je hajnaláról származik, Sánta Gábor tollából: „15 L, 83x: A 62P-nél kicsit fényesebb (10,4 magnitúdós), vagy vele azonos, ugyanakkor hajszállal kisebb méretű (2,5'). Ennek ellenére nehezebben látszik, mert alacsonyabban van, ott az égi háttér fényesebb. Rendkívül diffúz üstökös, gyenge sűrűsődéssel (DC=2–3).” Népszerűsége és fényessége a téli hónapokban sem nőtt, s bár még visszatérünk rá, igazából már a következő, 2026-os napközelségét várjuk, amikor az 1993-assal összemérhető mértékben, 0,597 CSE-re megközelít majd minket.

29P/Schwassmann–Wachmann

A Jupiter pályáján túl, közel kör alakú pályán járó, augusztus végén két kitérésen is áteső üstököszt az őszi hónapokban a Capricornus és az Aquarius határán lehetett keresni. Ezt végül hárman tették meg, melynek eredménye hat észlelés lett. A véletlen folytán az első kettő, egyben az összes szeptemberi megfigyelés, néhány perc különbséggel született 22-én. Sánta Gábor és Szabó Sándor fényességbecslései kissé szórnak (12,4–13,7 magnitúdó), de abban mindkét észlelés megegyezik, hogy egy több héttel kitérés után, klasszikus állapotot mutat: nagy, kerek, diffúz külső kóma, csekély belső sűrűsődéssel, ívpercnyi mérettel.

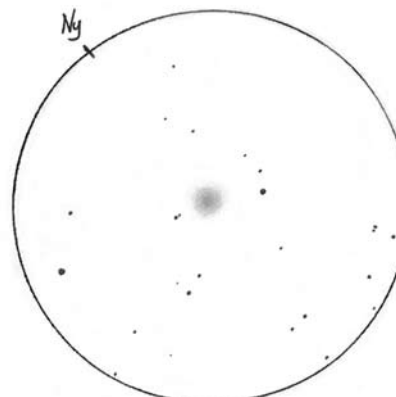
Az október Nagy Mélykúti Ákosé volt, aki háromszor is lefotózta a hónap közepén, de inaktívnak találta. Egyedül a kómamérete növekedett tovább, 1,5–2 ívpercnire, illetve a fotón már látszott a 16–16,5 magnitúdós csillagszerű mag is. Novemberre egy újabb vizuális megfigyelés maradt Szabó Sándortól, aki ismét csak a diffúz, 13,4 magnitúdós kómát tudta megpillantani. Alacsony deklinációja miatt a téli hónapokban már nem tudtuk elérni, de nyár közepétől már sokkal kedvezőbb helyzetben, a Pisces csillagképben, az égi egyenlítő mentén észlelhetjük. A 15 éves keringési idejű vándor 2019 márciusában fogja elérni 5,767 CSE távolságú napközelpontját.



Hadházi Csaba 2017. október 28-ai hajnalán készítette ezt a felvételt a 62P/Tsuchinshan-üstökös halvány kómájáról (200/1000 T, Canon 350D, ISO 1600, 2 perc)

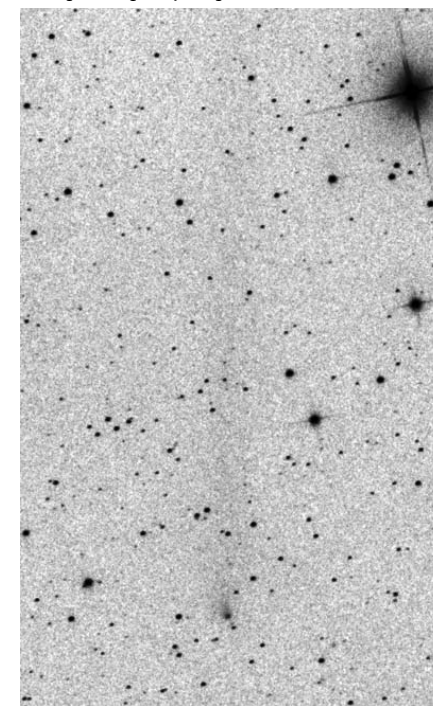
62P/Tsuchinshan

A kínai Purple Mountain Obszervatórium-ban fedezték fel 1965. január 1-jén, ám a felfedezőik nevét – megfelelően Kína akkori politikai irányvonalának – nem közölték. A mai napig nem tudjuk, ki volt a fotólemez készítője, vagy az égitest megtalálója, bár az üstökös nevét valószínűleg akkor sem változtatnák meg, ha ez kiderülne. Az akkor 15 magnitúdós rövidperiódusú üstökös kedvező helyzete mellett annak köszönhető felfedezését, hogy egy 1960-as Jupiter-közel-



A 62P/Tsuchinshan-üstökös kerek kómája Sánta Gábor 2017. november 1-jei rajzán (150/750 L, 83x, LM=1°)

ség hatására perihélium-távolsága 0,6 CSE-vel csökkent, amely azóta további 0,1 CSE-vel mérséklődött (2023-ra további 0,1 CSE-s csökkenés várható). Ennek eredményeként 1998-ben és 2004-ben is 12–12,5 magnitúdóig fényesedett, így tavaly – egy rossz láthatóság után – ismét nagy reményekkel vártuk. Érdekessége, hogy akárcsak a 24P/Schaumasse, ez is november 16-án érte el napközelpontját ($q=1,384$ CSE).



A 14,5 magnitúdóra halványult C/2015 ER61 (PANSTARRS) öt hónappal napközelsége után is 20 ívpercnél hosszabb porcsóvát mutat Nagy Mélykúti Ákos 2017. október 2-ai felvételén

Első megfigyelésünket Nagy Mélykúti Ákos készítette október 2-án hajnalban. A Cancer csillagképben, tőlünk 1,6 CSE-re járó vándorról a nagy távolság ellenére egész nagy, 1,8' méretű kómát sikerült rögzíteni. Ennek ellenre fotografikus fényessége alig 14,8 magnitúdó volt. Október 27-én Hadházi Csaba már a Leóban fotózhatta, megjelenése

mintha a hóeleji kép másolata lenne, csak felületi fényessége emelkedett észrevehetően. Az első vizuális, egyben az utolsó őszi megfigyelésünket Sánta Gábor végezte november 1-jén hajnalban: „15 L, 83x: Könnyen látszik EL-sal a híres üstökös 10,5 magnitúdóra kifényesedett, 2,8'-es kómája. Elég diffúz, a DC csak 2, magot vagy csóvát nem lehet megfigyelni.” Decemberben tovább követtük.

név	T	q			
C/2011 KP36 (Spacewatch)	2016.05.26.	4,883	10.01–15. 11.22.	3p 1v	16,7–17,7 15,0
C/2015 ER61 (PANSTARRS)	2017.05.09.	1,042	10.01–11.19. 10.27–11.14.	5p 3v	14,5–15,3 13,3–14,3
C/2015 O1 (PANSTARRS)	2018.02.18.	3,730	10.09–15. 09.22.	3p 2v	13,2–13,8 13,8–14,2
C/2015 V1 (PANSTARRS)	2017.12.17.	4,267	10.01–15. 11.14–22.	3p 2v	15,5–16,1 15,1–15,3
C/2015 VL62 (Lemmon–Yeung–PANSTARRS)	2017.08.28.	2,720	10.15. 09.22.	1p 1v	16,9 14,3
C/2016 M1 (PANSTARRS)	2018.08.10.	2,211	10.11–15. 09.22–11.14.	3p 5v	13,1–15,3 13,7–14,5
C/2016 N4 (MASTER)	2017.09.16.	3,199	10.01–14. 09.22–11.14.	2p 4v	16–16,1 14,6–15,7
C/2016 N6 (PANSTARRS)	2018.07.18.	2,669	09.22–11.14.	3v	13,7–14,3
P/2017 D2 (Barros)	2017.07.14.	2,486	10.11.	1p	17,3
C/2017 K2 (PANSTARRS)	2022.12.19.	1,797	10.11–15.	3p	18,5–18,8
C/2017 M4 (ATLAS)	2019.01.18.	3,252	10.14–15.	2p	17,1–17,3
47P/Ashbrook–Jackson	2017.06.10.	2,818	10.01–15. 11.14–22.	3p 3v	16,1–17,4 15,2–15,3
71P/Clark	2017.06.30.	1,586	10.15.	1p	13,9
145P/Shoemaker–Levy	2017.08.31.	1,904	10.01–14. 09.26–11.22.	2p 3v	16,2 14,3–16,0
213P/Van Ness	2017.09.24.	1,983	10.15.	1p	17,3
217P/LINEAR	2017.07.16.	1,235	10.01–27. 10.28–11.22.	2p 2v	15,3 14,0–15,2
240P/NEAT	2018.05.15.	2,134	10.14.	1p	13,2
352P/Skiff	2017.06.21.	2,536	10.01–15.	4p	16,5–17,5
355P/LINEAR–NEAT	2017.10.12.	1,716	10.01–14. 11.14–22.	2p 2v	16,2–16,6 14,8–14,9

Halvány üstökösök

Az eddig ismertetett öt üstökösön kívül további 19 halványabbat sikerült megfigyelni, köztük a 18,8 magnitúdóval hazai halványsági rekordot döntő C/2017 K2 (PANSTARRS)-t. Az Oort-felhőből most először hozzánk látogató kométát felfedezése után 2013-as felvételeken is azonosították, így ez lett minden idők harmadik legnagyobb naptávolságban (23,7 CSE) ész-

lelt üstököse. Még hosszú éveken keresztül megfigyelhetjük, ha fényességmenete szimmetrikus lesz 2022. decemberi napközelségére, akár tíz évre is nyúlhat az időszak, amíg a Meteorban olvashatunk észleléseiről. Mámorító perspektíva!

Az alábbiakban egy összefoglaló táblázatot mutatunk be a halványabb vándorok észleléseiről, ahol a jelölés és a név után az üstökös napközelségének dátuma, a peri-

hélium-távolság (CSE), az észlelési időszak, a vizuális (v) és fotografikus (p) észlelések száma, valamint az észlelt fényességek szélsőértékei olvashatók. A fotografikus megfigyelések közül egy Molnár Iván, három Hadházi Csaba, a többi Nagy Mélykúti Ákos, a vizuálisak pedig Sánta Gábor, Szabó Sándor és Tóth Zoltán észlelőmunkájának gyümölcsei.

Sárneczky Krisztián

Amerikai anzix

2017 augusztusa a legtöbb amatőr és profi csillagász számára egyet jelentett a leglátványosabb égi jelenséggel: az Amerikai Egyesült Államok kontinentális területét Oregontól Dél-Karolináig átszelő teljes napfogyatkozás bekövetkeztével. Egy szakmai workshopot és egy évek óta tervezgetett utazást kombinálva, családommal a jelenség – és néhány további csillagászati zarándokhely – megfigyelésére és felfedezésére szövetkeztünk. Las Vegas és a kihagyhatatlan Grand Canyon meglátogatása után első állomásunk az arizonai Flagstaff városka volt. Itt felkerestük a híres Lowell Obszervatóriumot. A workshop az arizonai Tucson városában volt, ahonnan csak egy ugrás a Kitt Peak Nemzeti Obszervatórium.

Workshop az LSST-ről

Az LSST (Large Synoptic Survey Telescope) a következő évtized egyik legnagyobb szabású földfelszíni csillagászati projektje lesz. A projektet működtető amerikai konzorciumhoz eddig 30 ország 1500 tudósa csatlakozott. A program lelke egy 8 méteres



Az LSST épületének lenyűgöző méreteit jól mutatja ez a fantáziarajz (www.lsst.org)

kategóriájú teleszkóp lesz, amit speciálisan egy nagyszabású égboltfelmérő program végrehajtására terveztek, és ami három nap alatt a teljes, Chiléből látható égboltot végig fényképezi 24,5 magnitúdóig, több színben. Az égboltfelmérés tíz évig fog tartani. A képek összeadásával a határfényesség 27,5 magnitúdóra javul. Ily módon az LSST „színes mozgóképet” készít az égboltról, aminek segítségével soha nem látott mélység és rendszerességgel fog minden változást detektálni, legyen szó akár elmozdulásról, vagy fényesedésről-halványodásról. A végső objektumlista 17 milliárd csillagot, és 20 milliárd galaxist fog tartalmazni, vagyis először fordul majd elő a történelemben, hogy több katalogizált csillag lesz egyetlen adatbázisban, mint ahány ember él a Földön.

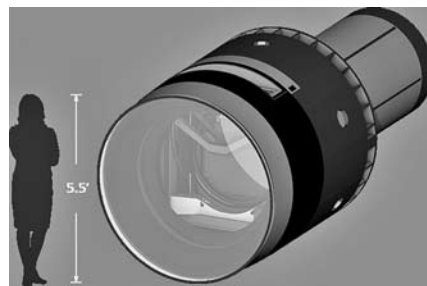
A távcsőnek otthont adó épület Észak-Chilében, a Cerro Pachón hegycsúcson, a La Serenában található obszervatóriumoktól nem messze kap helyet. A munkálatok már javában folynak. A teleszkóp főtükre 8,4 méteres lesz, ami egy 3,2 gigapixeles kamerát fog kiszolgálni. Ez az emberméretű műszer a legnagyobb csillagászati célra használt detektor lesz, ha elkészül. A látómező a telehold méretének 40-szeresével fog vetekedni. Ennek eléréséhez különleges optikai kialakítás szükséges (Paul-Baker rendszer): a harmadlagos tükröt a főtükör centrális részének más görbületre való csiszolásával állítják elő. Ez az optikai elrendezés viszonylag nagy kitarakást eredményez, cserébe extrém nagy látómezőben teszi lehetővé a viszonylag jó leképezést, ami a tudományos program végrehajtásához elengedhetetlen követelmény. A főműszert az égbolt állapotát monitorozó, és kalibrációra szolgáló teleszkópok egészítik majd ki.

Melyek azok a területei az asztrofizikának, ahol az LSST forradalminak mondható megközelítése áttöréssel kecsegtet? Az esz-

köz négy fő területen fog minden bizonynyal maradandót alkotni: (1) kozmológia, galaxisok vizsgálata, a sötét anyag és sötét energia kutatása, (2) a Naprendszer, kisbolygok, transzneptun objektumok vizsgálata, különös tekintettel a Földre potenciálisan veszélyes égitestekre, (3) a Tejútrendszer szerkezete és fejlődése, ideértve a változócsillagokat és a csillagok fizikáját is. Meglepő módon az LSST jól kiegészíti majd a Gaia asztrometriai méréseit a 20–25 magnitúdós fényességtartományban, ahol a Gaia már nem fog csillagokat mérni. Végül, de nem utolsósorban (4) a tranziens jelenségek (gammafelvillanások, nóvák, törpenóvák, szupernóvák, árapály-események, neutron-csillag-ütközések) felfedezése és optikai utófénylésük követése. Ehhez kapcsolódik, hogy a becslések szerint az LSST kezdetben 10 millió (!) tranziens eseményt (riasztást) fog detektálni éjszakánként. Ezek adatai a megfigyeléstől számított egy percen belül az internetre kerülnek majd. Ebből a sokaságból a legérdekesebb események kiválogatása, monitorozása szinte megoldhatatlan feladatnak tűnik a mai módszerekkel.

A first light 2019-ben esedékes, amit szokatlanul hosszú tesztelési időszak követ. Ez alatt számos mini-survey és egyéb speciális vizsgálat is lehetséges lesz. Végül 2021–22 körül kezdődhet a 10 évre tervezett égbolt-felmérés. Az eddigiekből látható, hogy a legnagyobb kihívást az adatmennyiség és adatfeldolgozás fogja jelenteni: az LSST összesen mintegy 100 petabájtnyi adatot fog termelni. Ez a bődületes mennyiség úgy is szemléltethető, hogy az LSST elődje, a Sloan Digitális Égboltfelmérés (SDSS) a világ legnagyobb könyvtárához (US Library) mérhető adatmennyiséget állított elő teljes, nyolc éves futamideje alatt. Az LSST mindezt egyetlen éjszaka alatt meg fogja haladni! Az adatközpontok és az adattárolás/feldolgozás menetét eleve úgy tervezték meg, hogy feltételezték a Moore-törvény érvényességét. Azt a tapasztalati tényt tehát, hogy az adott összegért vásárolható számítási és adattárolási kapacitás 18 havonta megduplázódik, és ez az LSST program működési ideje alatt

is érvényes marad. Az LSST tehát igazi Big Data projekt lesz, amiben a csillagászat mindig is élen járt.



Jól érzékelteti ez az ábra az LSST kamerájának hatalmas méreteit. Hossza 3,73 m, átmérője 1,65 m, tömege 2,8 tonna lesz, mindez 3,2 gigapixeles képek készítését teszi lehetővé a 320–1050 nm közötti hullámhosszakon (lsst.slac.stanford.edu)

Az LSST tudományos programjában magyar intézetek is részt vesznek. Az ELTE mellett az MTA CSFK Csillagászati Intézete is bekapcsolódott az előkészületekbe. E sorok írója a Változócsillagok és Tranziensek, valamint a Galaxisszerkezeti vizsgálatokat koordináló csoportok tagja. A projekt indulásához közeledve a Meteor olvasói is bizonyára egyre sűrűbben fognak találkozni az LSST-ről szóló hírekkel.

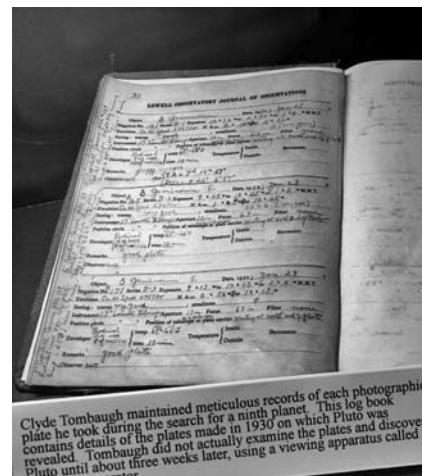
Lowell Observatórium

A Lowell Observatórium neve a Pluto 1930-ban történt felfedezésével forrt össze. Méltán, hiszen az alapító, Percival Lowell a Mars-csatornák megfigyelése mellett a Neptunuszon túli X bolygó utáni hajtóvadászat költségeit is finanszírozta, bár magát a felfedezést már nem érthette meg, mivel 1916-ban elhunyt. A többi már történelem: 1930-ban Clyde Tombaugh sikerrel járt, több, különböző időben exponált fényképlemez vizuális összehasonlításával rábukkant a lassan mozgó égitestre. Sajnos a felfedezéshez használt műszer és annak kupolája ottjártunkkor felújítás miatt zárva volt, de aki kedvet kap az obszervatórium felkereséséhez, az hamarosan jó eséllyel megtekintheti majd a tudománytörténet fontos álló-



A szerző a Pluto-távcső épülete előtt

mását jelentő 33 cm-es „Pluto-távcsövet”, pontosabban asztrográfit. A Pluto-élményből azért így sem maradtunk ki: az intézet gazdag dokumentumanyagot és relikviát őriz. Áhítattal szemléltük az eredeti észle-



Clyde Tombaugh észlelőnaplója a Pluto felfedezéséhez vezető felvételek készítésének időpontjainál kinyitva

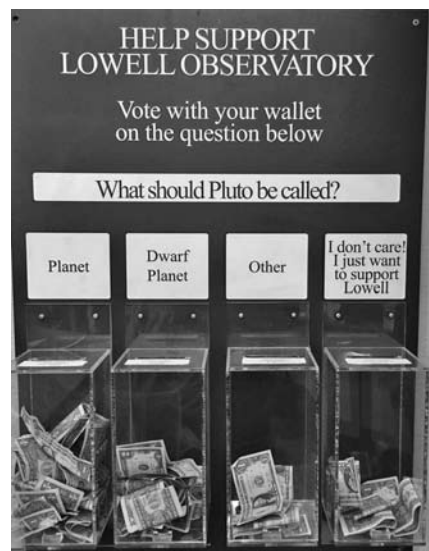
lési naplókat, a Pluto felfedezését bejelentő és a bolygóból azóta törpebolygóvá átsorolt égitest névadásával kapcsolatos táviratokat.



A nagy múltú 61 cm-es lencsés Clark-távcső négy évtizede kizárólag az oktatás és a nagyérdemű szolgálatában

Az obszervatórium évi 85 ezer látogatót fogad. Egyik fő attrakciója az 1895-ben átadott 61 cm-es lencsés Clark-teleszkóp, amely szakmai szemmel is tartogatott meglepetéseket. Az alapító, Percival Lowell, ezt a műszert használta a Mars felszíni alakzatainak megfigyelésére, amikkel a marsi életről kapcsolatos teóriáit igyekezett alátámasztani. A távcső mellett papírra vetett érzékletes leírásai a rakétatervező Robert Goddardot és H. G. Wellst, az írókat is megihlették. Ezzel a refraktorral készültek az extragalaxisok legelső vörösettolódás-mérései, melyeket V. M. Slipher egy, a távcsőhöz illesztett spektroszkóppal végzett. Ezek a megfigyelések – mások méréseivel együtt – az Univerzum tágulásának felismeréséhez vezettek. Később a távcsövet a Hold részletes feltérképezéséhez és az amerikai emberes holdexpedíciók leszállóhelyeinek kijelöléséhez használták. Az űrhajósok kiképzésé-

nek részeként ide hozták őket csillagászatot tanulni és a távcső segítségével saját szemükkel megsejmelni a későbbi landolások helyszíneit. Felújítás után a Clark-távcső és kupolája ma is működik, de tudományos méréseket nem folytatnak vele.



Bár a Pluto státusza eldöntött, a kérdés láthatóan nem hagyja nyugodni az amerikai közvéleményt

Érdekes technikai megoldásként a kupola gumiabroncsokon gördül. Az eredeti terveket és a kivitelezést a Sykes-testvérekre bízta, akik akkoriban bicikliszerelő műhelyt működtettek. Jelmondatuk ambiciózus, de kellőképpen mentes volt a túlzott szerénységtől: „Bármit elkészítünk vagy megjavítunk”.

A hely legnagyobb attrakciója kétségkívül az interaktív bemutatóterem. Kitűnő tárlásban, angolul kevésbé tudó gyermekek számára is élvezetesen, elsősorban a kisbolygók témája köré csoportosítva (összetételüktől kialakulásukon át, felfedezési módszereken keresztül a bányászatukig, az általuk jelentette veszélyig és lehetséges asztrobiológiai szerepükig) nyújt átfogó képet az érdeklődőknek. Akár órákat el lehet tölteni itt a különböző feladványok,

kvízek és kihívások teljesítésével, miközben észrevétlenül tanul az ember fia és lánya. Mindehhez a delikvens egy rövid és játékos űrhajóskiképző programon esik át, és máris szakértőnek érezheti magát, amihez a kellő háttérinformációt meg is kapja, ha figyelmesen halad a tárlók és monitorok között. Kijelzők, nyomógombok, hangok, sci-fi filmekben látott űrhajó vezérlőpultjára hajazó kontrolleszközök segítségével folyamatosan fenntartják a kisebb gyermekek érdeklődését is. A tudományos helytálló és kommunikációs szempontból nagyon átgondolt közlési módszer követésre méltó lehet hazánkban is. Persze könnyű az ilyesfajta kutatásokat tekintve nagy múlttal rendelkező Amerikában – mondhatnánk, de hasonlóan igényes, tematikus látogatóközpont kialakítására bizonyosan lenne igény idehaza is.

A csillagászati zarándokhelyen professzionális kutatások is folynak, megemlíthető például az Uránusz gyűrűinek és a Pluto légkörének felfedezése. Említést érdemel



Clyde W. Tombaugh mellszobra az obszervatórium kertjében

továbbá az obszervatóriumhoz tartozó, Flagstaff-tól 20 mérfölddel délkeletre található Anderson Mesa megfigyelőhely teleszkóp-parkja. Itt kapott helyet többek között egy interferométer (Navy Precision Optical Interferometer, NPOI), valamint több 1 méter körüli átmérőjű távcső. A szintén a közelben felállított 4,3 méteres Discovery Channel Teleszkópot is a Lowell Obszervatórium kezeli. A 2015-től működő távcső az ötödik legnagyobb a kontinentális Amerika területén, és fő feladata többek között az extragalaxisok és a Neptunuszon túli kisbolygók kutatása spektroszkópia segítségével. A név eredete a Discovery alapítójának 16 millió dolláros, 2003-ban történt adományára vezethető vissza. A tévécsatorna a távcsővel készített képeket oktatási programjaiban használja. Egyébként a műszer a szokásos módon működik, számos amerikai egyetem együttműködésében.

A távcsöves bemutatással és ismeretterjesztő előadásokkal fűszerezett látogatás minden korosztálynak ajánlható, főként azoknak, akiket érdekel a csillagászat története, jelene és mindenkor csodái.

Kitt Peak Obszervatórium

Arizona előkelő helyet foglal el a megfigyelő csillagászat porondján. Se szeri, se száma a híresebbnél híresebb csillagvizsgálóknak: itt található az előző részben bemutatott Lowell Obszervatórium, a Whipple Obszervatórium, Mount Lemmons, ahol a Catalina égbolttelmérés folyik, a Large Binocular Telescope Obszervatórium a Mt. Graham-en, hogy csak néhányat említsünk. Itt találjuk a Kitt Peak Nemzeti Obszervatóriumot (KPNO), amit amerikai útunk során szintén útba ejtettünk. Az 1950-es években az Amerikai Egyesült Államokban egy Nemzeti Obszervatórium építését tűzték ki célul, hiszen addig többnyire csak egyetemek és konzorciumok a saját műszereikhez fértek hozzá. Bárki által elérhető, pályázati úton elnyert távcsőidő addig nem létezett az USA-ban.

Az Obszervatórium dél-keletre fekszik Tucsonból, ahonnan mintegy másfél óras

autóúttal közelíthető meg. Már 30–40 kilométerről látszanak a hófehér kupolák. Az egyszerű utazó azonban jól teszi, ha nem csak a távolba réved, mert a mexikói határ közelében számos kamera és útvélelőnőrzési pont állja útját, indokolt tehát a fokozott óvatosság. Felérve a 2100 méter magas hegytetőre, az elmaradhatatlan látogatóközpont fogad minket. Az obszervatóriumban egy ott dolgozó csillagász vezetett végig, aki mesélt a hely történetéről is. Érdekes, hogy az ideális helyszín kiválasztásához nagyjából 150 helyet kezdtek monitorozni Arizonában. Végül két jelölt maradt versenyben: az egyik Észak-Arizonában, Las Vegas közelében, a másik pedig Kitt Peak. Az első sem volt rossz helyszín az '50-es években: a későbbi „Fények Városa” még csak egy kis porfészek volt, minimális fényszennyezéssel. A történelem viszont igazolta a döntést: Kitt Peak a mai napig nagyrészt lakatlan terület, és kiváló asztróklímával rendelkezik. Az obszervatóriumot végül 1958-ban alapították meg.



Az 55 éves McMath–Pierce naptávcső impozáns épülete

A fő attrakciók természetesen a teleszkópok, amikből két tucat is helyett kapott a hegytetőn. Ezek között van két rádiótávcső, a többi az optikai tartományban működik. Az egyik legmodernebb közülük a KPNO egy korábbi igazgatójáról elne-

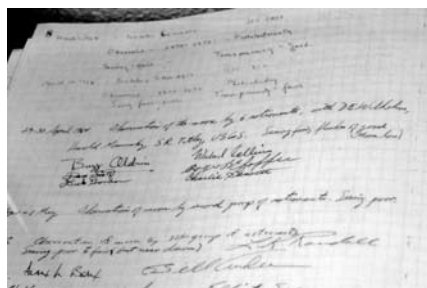
vezett, 4 méteres Mayall-távcső. Említésre méltó még a kitűnő képminőségéről híres 3,5 méteres WIYN-távcső is. Kitt Peak tetejéről Mexikóba is könnyedén át lehet látni. A kupolák között barangolva medvebiztos szemetesekre lettünk figyelmesek, és az is kiderült, hogy nincs víz a környéken, így az esővizet kénytelenek összegyűjteni és tisztítani az észlelő csillagászok kényelme érdekében.



A siderosztát az optikai alagútból fényképezve

Közelebbi ismeretséget a híres McMath-Pierce naptávcsővel köthettünk. Központi égitestünk fényét siderosztát vetíti be a fix optikai útba, ahol aztán különböző műszerekkel analizálható a Nap képe. A távcsövet állítólag éjszaka is használják fényesebb objektumok tanulmányozására – nem elhanyagolható szempont, hogy ez esetben nem kell a kompetitív távcsőidőért sorban állni. A több mint 30 méter magas torony és a föld alatt folytatódó optikai folyosó impresszív benyomást kelt. A 95 m fókuszú távcső képalkotásában három tükör vesz részt, a földi légkör negatív hatásait adaptív optika hivatott kiküszöbölni. A Kitt Peak-i óriás jelenleg a világ legnagyobb naptávcsőve 1,61 méteres átmérőjével. Megjegyzendő, hogy több nagyobb műszer építése van folyamatban, köztük a 4 méteres Európai

Naptávcsőé (EST). Az 55 éve felavatott eszközt elsősorban napfoltok képének és spektrumának vizsgálatára használják széles hullámhossz-tartományban (300 nanométertől 12 mikrométerig). Augusztusi látogatásunknak szomorú aktualitást ad, hogy 2018 elején megpecsételődött a teleszkóp sorsa: az NSF (Nemzeti Kutatási Alap) nem támogatja tovább a működését. Optimista forgatókönyv esetén egy nonprofit szervezet veszi át az eszköz működtetését. A műszert több évtizedes berendezések – köztük számítógépek vezérlik – mintha csak visszacsöppentünk volna időben jó pár évtizedet. A történelem más módon is tapintható a tudomány eme szentélyében: a vendékönyvben Buzz Aldrin űrhajós aláírására lettünk figyelmesek, a falon pedig Kennedy elnöknek az avatási ünnepségre küldött üdvözlő levele látható.



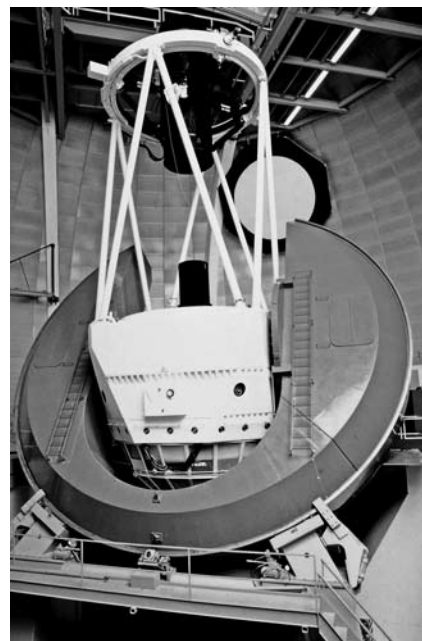
Edwin „Buzz” Aldrin amerikai űrhajós látogatásának nyoma a vendékönyvben

A bemutató állandó attrakciója az önkéntesek által vezetett napbemutató. Mivel alig pár nappal voltunk a Nagy Amerikai Napfogyatkozás előtt, így érdeklődve figyeltük a napfoltokat csillagunk felszínén, meg-saccolva, hogy honnét fogja őket elfedni a Hold korogja. A H-alfa szűrővel szerelt távcsőben a protuberanciák is gyönyörűen táncoltak a peremen.

A Kitt Peak-i Observatórium a Tohono O'odham indiánok lakta területén fekszik, akik magukat nem törzsnek (tribe), hanem nemzetnek (nation) hívják. A Tohono O'odham szóösszetétel egyébként „sivatagi emberek”-et jelent. Tizenegyezer négyzetki-



A szerző egy csoport távcsővel. Jobbra a legmagasabb épület a 4 méteres Mayall-távcső kupolája



A 4 m-es Mayall-teleszkóp a Kitt Peak legnagyobb optikai távcsőve (NOAO/AURA/NSF felvétele)

lóméteres területen mintegy tízezer élnek, a teljes népesség Észak-Amerikában 25 ezer körül lehet, ennek egy része Mexikóban található. Bár olyan konfliktus nincs, mint a Hawaii-hoz tartozó Mauna Keán, ahol a tervezett 30 méteres TMT távcső építése is veszélybe került a helyiek tiltakozása miatt, megtudtuk, hogy hosszas egyezkedés és sok előírás betartása révén működhet a Kitt Peak-i Observatórium az adott helyen. Ezek közé tartozik, hogy a nemzeti csillagvizsgáló épületei a legmagasabbak a környéken, viszont nincs lift, és csak a Tohono O'odham nemzet tagjai árulhatnak dísz tárgyakat, illetve a személyzet tagjainak meghatározott részét is ők adják.

Számos csillagászati és kulturális élménnyel gazdagodva kanyarogtunk vissza Tucsonba a hegyről lefelé vezető úton. Gondolataink már a napfogyatkozás körül jártak.

Az Observatórium honlapja: <https://www.noao.edu/kpno/>

A látogatóközpont honlapja: <https://www.noao.edu/kpvc/>

A nagy árnyék nyomában

Ami az augusztus 21-i teljes napfogyatkozás megfigyelését illeti, szervezési okok miatt nem a legkecsegtetőbb (értsd: felhőmentes időjárást ígérő) nyugatot választottuk, hanem az USA keleti oldalán kerestük a legmegfelelőbb helyett. A sokévi statisztika Nashville (Tennessee) környékét jelezte a legjobbnak, de még így is csak 50% körüli derülteséllyel számolhattunk. Pozitívum, hogy a leghosszabb (2 perc 40 másodperc) teljes fogyatkozást ígérő hely közelében voltunk. Az előrejelzés derültet ígért, de a gomolyfelhőképződés kiszámíthatatlan volt. Nashville, a félmillió nagyváros ugyan beleesett a totalitás sávjába, és számos napfogyatkozás-bulit szerveztek ide, mi mégis inkább egy csendes, családias, tóparti piknikező helyet választottunk. Ezúttal sem fogtunk mellé: a várt tömeg helyett csak néhány érdeklődő tette tiszteletét: egy egyetemi tanáron, egy amatőrcsillagászon, néhány családon és egy festőművészen kívül csak a helyi seriff ellenőrizte a rendet a parkban. Volt árnyék (a hőmérséklet jócskán 30 fok felett volt) és mosdó is.



A napkorona a totalitáskor

Nemcsak a hellyel, de az időjárással is szerencsénk volt, a részleges fázis néhány percében zavartak csak felhők. Az első kontaktus helyi idő szerint 11:58-kor kezdődött, míg a totalításra 13:28-ig kellett várni. Ez azt is jelentette, hogy a Nap magasan állt a látóhatár felett. Maga a fogyatkozás gyors



A fák levelei közötti rések természetes lyukkamerákként vetítették a földre a fogyatkozó napsarlókat (fotók: Szabó Róbert, Jámbor Eszter)

san zajlott. Szerencsére a teendőket begyakoroltuk a gyerekekkel: mikor csinálunk panorámafotót, ki mit nézzen a kritikus időszakban. Ez a gyakorlat nagyon hasznosnak bizonyult akkor, amikor élesben történtek a dolgok, hiszen így senki sem felejtette magán a szemüveget, és mindenki a lényegre tudott koncentrálni. A bolygók



A megvilágítás változásai



Napfogyatkozás-nézőben gyermekeimmel

közül a Vénuszt és a Jupitert, a csillagok közül a Regulust vettük észre. Az idő rövidsége és a vékony fátyolfelhőzet miatt a hal-

ványabb égitestek észlelését nem erőltettük. Fényképezésre mindössze egy okostelefont és egy Canon DSLR-t használtam.

Magam a harmadik (az 1999-es magyarországi után még 2012-ben, Ausztráliában láthattam ilyen jelenséget), feleségem a második, gyermekeim (12, 11 és 8 évesek) pedig életük első teljes napfogyatkozását élhették át. A már korábban látott totalitások ellenére számomra a legmegdöbbentőbb a sötétség volt: a totalitás alatt gyakorlatilag alig láttuk egymást. Ezt az élményt jól visszaadják a fotók is. Amire viszont jól emlékeztem, és itt is bekövetkezett, az a színek elképesztő ütemű fakulása a környezetben az utolsó néhány perc alatt. Láttuk a gyémántgyűrűt és a csodálatos napkoronát is. Fantasztikus élmény volt! Hogy megérte-e a költség és a sok szervezés? Válaszként álljon itt középső gyermekem válasza: „Apa, a mai volt életem legszebb napja!”

Szabó Róbert



A napkorona a totalitáskor Szulovszky András 102/500-as akromatikus refraktorral készült felvételén (Mackay, Idaho). A totalitás során a Nap közelében a Regulust is meg lehetett figyelni

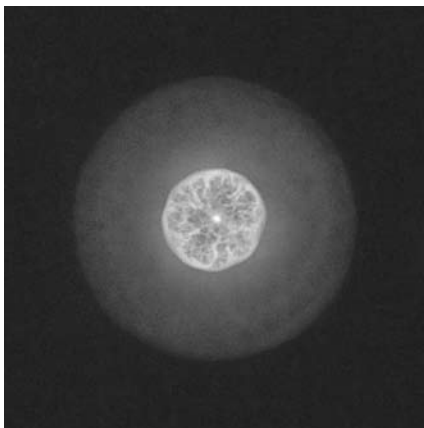
Rejtett mélységek

Az áprilisi égbolt, amennyiben a szeszélyes hónap időjárása megengedi, mélyég-csodák sokaságával kápráztatja el a megfigyelőt. Többségük a Messier-katalógus jól ismert, látványos tagja: a lehangoló kettős galaxis, az M51, a döbbenetes hatású, lapjáról látszó spirál, az M101, a rendkívül fényes M94, a porsávjáról ismert M64, a méltán híres M81–82 páros, vagy épp a látványos M3 gömbhalmaz. A Melotte 111 nyílthalmaz több fokos csoportját – a Coma Berenices csillagképben – szabad szemmel és binokulárral könnyen megfigyelhetjük. Sötétebb égen az M44 ezüstös foltja binokulárok, kis távcsövekkel számtalan csillag méhrájává bomlik fel.

Ezúttal azonban evezünk kissé ismeretlenebb égi vizekre, lássunk tíz kevésbé ismert, talán kissé halványabb, de közepes távcsövekkel azért már elég látványos mélyég-objektumot az áprilisi égboltról! Kezdjük túránkat a pólus környékén, a cirkumpoláris Zsiráf csillagkép legészakibb régiójában, amely égterület az év minden szakában nagyjából ugyanolyan jól megfigyelhető.

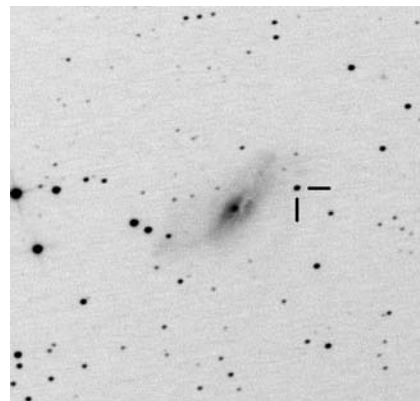
Első célpontunk, az IC 3568 jelzést viselő planetáris köd, mindössze hét és fél fokra van az égi pólustól, az áprilisi éjjeleken delelésekor, legkedvezőbb helyzetében figyelhetjük meg. A Zsiráfnak az Ursa Minor és a Draco közé ékelődő kis nyúlványában helyet foglaló ködöt legegyszerűbben a Polaristól kiindulva kereshetjük meg. Kisebb vagy közepes nagyítással egy aprócska, életlen csillagot fogunk látni: ez a 10,5 magnitúdós, 20–25"-es planetáris köd. A nagyítást fokozva láthatóvá válik kisméretű, 8"-es belső, fényes tartománya, amely a viszonylag egyenletes fényességű, kerek halóba ágyazódik. Megfigyelésem alkalmával, 35 cm-es Dobson-távcsővel, 530x-os nagyítással már nagyon szépen lehetett tanulmányozni, de igényelte a jó nyugodtságot is. A fényes belső részt gyűrűs szerkezetűnek

láttam, a Hubble-űrtávcsővel készült fényképeken nagyon érdekes belső szerkezet tűnik fel, amely egy szelet citromkarikához teszi hasonlatossá. Nevét is innen kapta: Citromkarika-köd (Lemon Slice Nebula), de ezeket a finom részleteket vizuálisan nem lehet megfigyelni. Látható volt ugyanakkor a 12,3 magnitúdós, 57 000 K felszíni hőmérsékletű központi csillag, amelynek fényét nehéz elválasztani a belső gyűrűs ragyogásától. Ez a legszabályosabb és az egyik legfiatalabb planetáris köd, a 4500 fényévre lévő égitest belső része csak 0,4 fényév átmérőjű, és nagyrészt ionizált héliumból áll (a külső burok a csillag, planetáris köd fázist megelőző tömegvesztésének eredménye).



A Hubble-űrtávcső felvétele az IC 3568-ról (PL, Cam)

Maradjunk továbbra is a Camelopardalis területén, de ugorjunk kissé délebbre és nyugatabbra, egészen az NGC 2146-ig. Ez a 70 millió fényévre lévő küllős spirálgalaxis nagyon különleges, és megfigyelni sem nehéz, hiszen 10 magnitúdó körüli összfényességgel rendelkezik. A fotókon, és nagyobb távcsövekkel vizuálisan is feltűnő pekuiliaris megjelenése viharos múltról

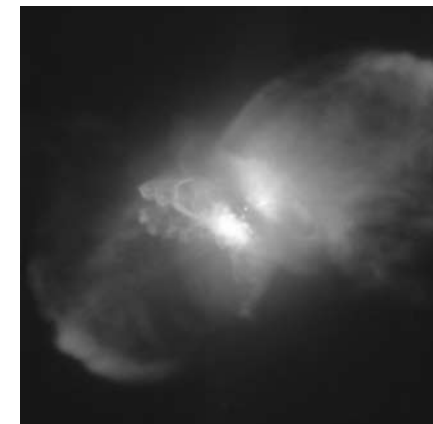


Kovács Attila (Verőce) fotója az NGC 2146-ról és a benne felrobbant SN 2018zd-ról 2018. március 13-án készült

árulkodik, amelyért a közeli NGC 2146A tehető felelőssé. A két galaxis kb. 800 millió éve történt kölcsönhatása alkalmával az NGC 2146 spirálkarjai erős perturbációt szenvedtek, és heves csillagkeletkezés indult el bennük. A galaxis aktualitását az idén március 2-án benne felrobbant szupernóva (SN 2018zd) adja, amely március közepéig 14 magnitúdós fényességet ért el. Az egyik spirálkar külső részén található objektum egy nagytömegű csillag magjának összeroppanása miatt létrejött II-es típusú szupernóva, amely reményeink szerint a cikk megjelenésekor még vizuálisan és fotografikusan is elérhető lesz. (A csillagontó galaxisban legutoljára 2005-ben láthattunk szupernóvát, az SN 2005V-t, amely ugyancsak 14 magnitúdós fényességet ért el.) A galaxis centruma nagyon fényes, 2x1'-es ovális terület, kicsúcsosodó végekkel, ahonnan a furcsa, torzult, perturbált spirálkarok indulnak ki. A teljes méret nagy távcsövekkel, jó égbolton kb. 5x3'-nek adódik, saját észlelésem (35 T, 275x, 2018. 03. 12.) szerint a galaxis centrális dudorában könnyen látszott egy-két folt, és nehezebben, de kivehető volt a porsáv is. A szupernóva nagyon könnyen látszott a galaxis ködösségének peremén.

Hagyjuk most el a pólus környezetét, és irányítsuk tekintetünket a tavaszi égbolt legka-

rakteresebb csillagképére, az Oroszlánra. A konstelláció nyugati, kissé kietlen területén is rejtőzik néhány izgalmas célpont, például a Frosty Leo (IRAS 09371+1212), a legkönnyebben észlelhető protoplanetáris köd. Aki észlel változócsillagokat, az könnyebb helyzetben van a felkeresésekor, hiszen a népszerű és fényes mira típusú változócsillag, az R Leonis közelében található. A 18 Leótól elég nyugat felé 1,6 fokot haladunk, és egy 11 magnitúdó körüli „csillaghoz” érkezünk (RA=09h39m54s, D=+11°58'50"), amely egy 8 és egy 9 magnitúdós csillaggal egyenlő szárú háromszöget alkot. Ez a furcsa csillagocská közepes nagyítással bolyhosnak, elnyúltnak tűnik! Még nagyobb nagyításra váltva felismerjük, hogy nem az optikánkkal van gond, hanem ténylegesen egy apró, kb. 25x15"-es ködöt látunk.



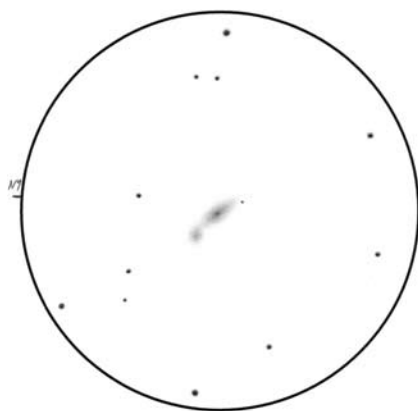
Az IRAS 09371+1212 protoplanetáris köd a Hubble-űrtávcső felvétele

A bipoláris szerkezetű köd egyelőre még a planetáris köd fázist megelőző állapotban van, vagyis központi csillaga már ledobta burkainak java részét, de még nem tárult fel a forró csillagmag, így nem képes még ionizálni a ledobott anyagot, hanem az csupán visszaveri a csillag fényét. Ez a csillag azonban nem látható, mivel a gáz- és porburok eltakarja előlünk.

A 10 ezer fényévre lévő planetáris köd legfontosabb tulajdonsága, hogy hosszúhullá-

mű emissziós színeképeinek tanúsága szerint nagy mennyiségű kristályos vízjég található benne, nevét is erről kapta. A Frosty Leo név jelentése kb. Fagyos Oroszlán, de akár az idősebb vagy középkorú generáció által jól ismert Leo jégkrémekre is asszociálhatunk róla. És hogy egy ilyen furcsa köd mit keres a Tejút sávjától ennyire távol? A magyarázat abban rejlik, hogy a Frosty Leo mintegy 3000 fényévvel a Tejút főiskja felett található, így majdhogynem haló-objektumnak számít. Gondoljunk furcsa asztrofizikai jellemzőire, amikor egy tavaszi estén felkeressük (akár kisebb vagy közepes távcsövünkkel is), és ne feledkezzünk el a vöröses árnyalatú R Leo-tól sem, amely e sorok megjelenésekor épp 6 magnitúdó körüli maximumában fog tartózkodni, és sötét égboltról akár szabad szemmel is látható lehet.

A γ Leonis (Algieba) a tavaszi égbolt egyik legszebb és legismertebb kettőscsillaga. A 2,0 és 3,1 magnitúdós, aranyszínű csillagok 4,5"-re vannak egymástól, így akár kisebb optikákkal is szétválaszthatóak. Kevesebben ismerik a tőle 50"-re keletre található kölcsönható galaxispárt, az NGC 3226–27 (Arp 94) duóját. A közelítőleg 80 millió fényévre lévő páros nagyobb és fényesebb tagja, az NGC 3227, egy Seyfert-galaxis: magja erős ultraibolya és röntgen-emisszióval rendelkezik, amely a központi fekete lyuk aktivitását tükrözi. A társa, az NGC 3226, egy törpe elliptikus galaxis, emissziós spektrumot mutató maggal (LINER típus). A két égitest viharos kölcsönhatásából vizuálisan, közepes műszerrel (15–25 cm körül) is sok minden érzékelhető. Az NGC 3226 kisebb (2x1,5'), szinte csillagszerű, erős középponttal rendelkező foltocska, társa, az NGC 3227 egy nagyobb, 2,7x1,5"-es ovális folt, amelyben egy gyengébb mag, és egy hosszanti, fényesebb küllő ismerhető fel. A két galaxis teljes egészében összeér egymással. Nagyobb távcsövekkel az NGC 3227 foltjai, porsávjai és spirálkarjai is kivehetőek, hosszú expozíciós fényképeken pedig a két égitest körül egészen bonyolult szerkezetű árapálycsóva-mintázat tűnik elő.



Rotaru Beniamin Daniel rajza az NGC 3226–27 párosáról (Oroszlán csillagkép, 25 T, 200x, 20')

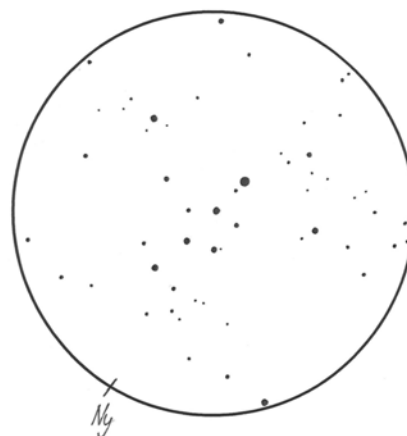
Innen alig 6,8 fokot kell északkelet felé haladnunk, hogy a 40 és 41 Leonis Minoris között félúton rátaláljunk a Kis Oroszlán legismertebb, de még így sem „agyónészelt” galaxisára, az NGC 3344-re. A 10 magnitúdós, fotografikus 7, vizuálisan 4–5'-es, lapjáról látszó galaxis 22,5 millió fényévre, a térben többé-kevésbé izoláltan helyezkedik el. Gyenge küllős struktúrát és lazábban felcsavarodott spirálkarokat mutat, ezek vizuálisan, nagyobb távcsővel jól érzékelhetők. Kisebb műszerekkel ezüstös, mérsékeltén sűrűsödő korongját, és a rajta lévő 10,5 és



Az NGC 3344 GX LMi a HST fotóján (a képet lásd még a címlapon)

11,8 magnitúdós előtércsillagokat láthatjuk. Nagyobb távcsővel talán megpillantható a spirális szerkezet némi nyoma, de 20 cm-es távcsőnél nagyobb műszerrel készült megfigyelés még nem jutott el archívumunkba.

Maradjunk még a Kis Oroszlán területén, keressük meg a 22 LMi jelű csillagot! Ezt a ζ Leonistól északra 8 fokkal találjuk, fényessége 6,5 magnitúdó, így sötét, vidéki égen szabad szemmel éppen észrevehető. Ha egy binokulárral fogjuk vallatóra a csillag környezetét, egy nagyon érdekes csillagalakzatot láthatunk körülötte, amely egy fejfelé álló vitorláshajóra hasonlít. Ez a Harrington 6 jelű aszterizmus, amelyet 8–9 magnitúdós csillagok alkotnak: az egész alakzat, amelynek egyik végét (a hajó farát) a 22 LMi képezi, kevéssel nagyobb a telehold kiterjedésénél.



A szerző rajza a Harrington 6-ról (Leo Minor csillagkép, 13 T, 26x, 2,1 fok)

Tegyük most egy nagyobb lépést dél felé, a Szextáns csillagképbe, a Regulustól kb. 20 fokkal délre! Itt, a γ Sex-től 3,4 fokkal keletre találjuk az Orsó-galaxist (NGC 3115, Caldwell 53), amelyet 9 magnitúdós összfényessége, valamint 7x5'-es kiterjedése ellenére a megfigyelők az utóbbi időben méltánytalanul elhanyagolnak. A távcsőben tényleg orsó alakúnak látszó égitest a lentikuláris galaxisok egyik típuspéldánya,

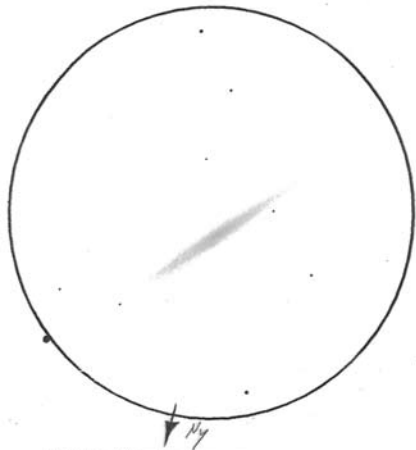
leglátványosabb képviselője. A kb. 32 millió fényévre található magányos galaxis már a kis távcsövek birtokosait is élménydús megfigyelési tapasztalatok birtokába juttathatja, bár célszerű delelése környékén, sötétebb égen felkeresni a –7 fokos deklinációjú égitestet. Ilyen körülmények között már 8 cm-es lencsés távcső is határozottan mutatja szivar alakját, amelynek középvonalában egy vékony, fényesebb sáv fut végig, közepén egy fényes magvidékkel. Ezt a struktúrát a galaxis magas felületi fényessége miatt kevésbé jó égen is meg lehet pillantani, de nagyobb átmérő kell hozzá. Általánosan elmondhatjuk, hogy az NGC 3115 azon kevés galaxisok közé tartozik, amelyek 10 cm-es távcsővel is szép, részletes látványt nyújtanak. A centrális fénysáv és a központi dudor nagyobb műszerekkel egyre hangsúlyosabbá válik, de néhány apró inhomogenitáson kívül újabb részletek már nem jönnek elő.



Az NGC 3115 GX Sex a VLT fotóján

Ismét északabbra kalandozva, a Vadász-egek területén nem csak a Messier-lista tartogat látványos célpontokat, hanem a konstelláció NGC-objektumai között is vannak igen figyelemreméltóak. Közülük most az NGC 4244-et (Caldwell 26) emeljük ki, ez az égbolt egyik legszebb, éléről látszó csillagvárosa. Nemcsak fényes (10 magnitúdó) és hatalmas (fotografikus mérete 17x1,8'), de meglehetősen közel is

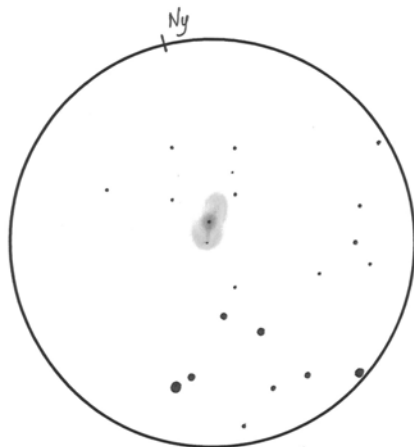
van a Tejútrendszerhez, mintegy 6,5–14 millió fényévre. Az Sc típusú, laza szerkezetű spirálgalaxis felületi fényessége közepes, megfigyelése emiatt gyengén fényszennyezett vagy sötétebb égen eredményes. Az égbolt minőségétől függően egy 10 cm-es távcsővel 10–15' hosszú, kb. 1,5' széles fényszívat láthatunk, benne foltok, inhomogenitások mutatkoznak. Jó égbolton ez a galaxis rendkívül impozáns látványt nyújt, méltó versenytársa az NGC 4565-nek, bár felületi fényessége némileg alacsonyabb, és nincs kifejezett centrális dudora sem. Nagy műszerekkel rengeteg részletet: foltokat, porsávokat lehet látni benne, és talán megpillanthatjuk 16–17 magnitúdós csillagszerű magját is, amely a mérések szerint egy fényes csillaghalmaz.



Az NGC 4244 GX CVn Kiss Péter rajzán
(11 T, 96x, 25')

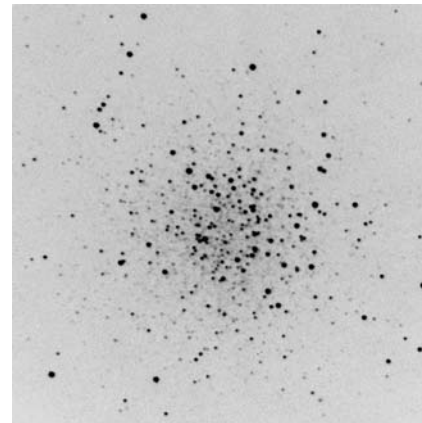
A Coma Berenices csillagképben már közepes távcsövekkel is sok tucatnyi galaxist kereshetünk fel. Ezek java része a Coma-Virgo halmazhoz tartozik, de a legfényesebb, leglátványosabb képviselőik közelebb találhatóak hozzánk. Ilyen az NGC 4725 is, amely az M64 és az NGC 4565 „árnyékában” kevesebb figyelmet kap. Pedig a 40 millió fényévre lévő, 9,5 magnitúdós küllős spirálgalaxis megérdemli, hogy távcsövünkkel felkeressük. A fotog-

rafikusan 10x7 ívperc kiterjedésű galaxis belső, vizuálisan jól látható tartománya kb. 5x3,5'-es, amely magot, ovális centrumot, erőteljes küllőt és két fényes spirálkar-ívdarabot mutat. Ezeket a részteket városzéli vagy elővárosi égbolton, 15 cm-es távcsővel már meg lehet pillantani. A két fényesebb spirálkar-ívdarab a küllő két végén úgy helyezkedik el, hogy a galaxis látványa egy, a Csillagok Háborújából ismert birodalmi Tie-vadászra hasonlít. Hosszabb expozíciós idejű fotókon a galaxis érdekes, gyűrűs szerkezetet mutat, ennek a gyűrűnek a két fényesebb darabja található a küllő végein. A gyűrűben rendkívül erős csillagkeletkezés folyik, tele van porral, fényes kék csillagokkal, csillaghalmazokkal és HII zónákkal. A gyűrű előbb megkettőződik, majd a külső rész egy spirálkarként folytatódik, amely körülöleli a galaxist – ez az egyetlen spirálkar ismerhető fel csak benne. Környezetében két halványabb háttérgalaxist találunk, az NGC 4712-t 90 millió, az NGC 4747-et 56 millió fényévre. Mindkettő normál, a Tejútrendszerénél kisebb méretű spirálgalaxis.



Az NGC 4725 GX Com a szerző rajzán
(13 T, 72x, 50')

Cikkünk végén térjünk vissza saját Galaxisunk világába, és keressük meg a gömbhalmazok egyik igen érdekes képvise-



Az NGC 5466 GH Boo Németh László felvételén

lőjét, az NGC 5466-ot az Ökörhajcsár csillagképben. A sokkal látványosabb és fényesebb M3-tól pontosan kelet felé, 5 fokra található 9 magnitúdós, 5–6'-es vizuális kiterjedésű égitest a távcsőben nagyon diffúz megjelenésű, centrum nélküli korong. Laza szerkezetét tükrözi besorolása, ami alapján a

gömbhalmazok legkevésbé koncentrált, XII. csoportjába tartozik. A kb. 52 000 fényévre lévő halmazt William Herschel fedezte fel 1784. május 17-én. Az egyik legidősebb képződmény az Univerzumban, becslés kora 13,57 milliárd év, azaz alig 230 millió évvel az Ősrobbanás után jött létre! 2006-ban a kutatók felfedeztek egy 45 fok hosszú, 1,4 fok széles, öreg csillagokból álló képződményt, az ún. 45 fokos árapálycsóvát, amelynek tagjai az NGC 5466-ból szakadtak ki a Tejútrendszer gravitációs hatására.

Ez a gömbhalmaz sötétebb eget igényel a megfigyeléshez, ekkor azonban már 10 cm-es műszerekkel is megpillanthatjuk centrum nélküli, diffúz korongját. 20–25 cm-es távcsövekkel a gömbhalmaz legfényesebb, 14 magnitúdó körüli csillagai is láthatóvá válnak. Bármilyen távcsővel észleljük is, gondoljunk arra, hogy a benne lévő csillagok az elsők között kezdtek ragyogni az Univerzumban, kb. 13,6 milliárd esztendővel ezelőtt.

Sánta Gábor

Címlapunkon: az NGC 3344

Végre itt a tavasz, és ha derült az idő, kiválóan megfigyelhetők a tavaszi égbolt látnivalói, köztük sok-sok fényes extragalaxissal. Az NGC 3344 jelzésű spirálgalaxis a Leo Minor (Kis Oroszlán) csillagképben a kora tavaszi égbolt szép látványossága, amit már kisebb távcsövekkel is fel lehet keresni.

A Hubble-űrtávcső felvételeiből összeállított kompozit színes képen az NGC 3344 spirális szerkezete és rengeteg részlete jól látható. Mindezt elősegíti, hogy a galaxis főiskjára csaknem merőlegesen látunk rá.

Az NGC 3344 egy jól fejlett küllős spirálgalaxis, ami azt jelenti, hogy a centrális tartományból két irányban hosszúkas struktúra (küllő) nyúlik ki, aminek a végéből indulnak ki a spirálkarok. A csillagváros viszonylag egyedülálló galaxis a Leo galaxiscsoport nyomvonalában („Leo spur”), amely a Virgo-

halmaz egyik ága. Egyes vélemények szerint inkább a Tejútrendszert is magában foglaló Lokális Csoport és a Virgo-halmaz közötti határvidéken lévő egyedülálló, magányos galaxis. Becsült távolsága 22,5 millió fényév (6,90 megaparszek), a Napra vonatkoztatott radiális sebessége 585 km/s.

A HST által készített képen feltűnőek a fényes, forró csillagok keletkezési régiói, valamint a sok port és gázt tartalmazó vöröses ködfoltok a spirálkarok mentén.

Az NGC 3344 mintegy 10 magnitúdós fényességű, az égen 7,1' x 6,5' a látszó szög-mérete, így sötét égbolton kis távcsővel nem nehéz rátalálni a Leo Minor csillagképben. Észleljük minél nagyobb távcsővel, aki teheti, készítsen fényképet erről a szép spirálgalaxisról!

Tóth Imre

Változócsillagászat 2.0

A változócsillagok kutatásának legklasszikusabb módszere az időben változó fényesség mérésén alapul, amikor a mért magnitúdókat az idő függvényében ábrázoljuk, majd az így kapott fénygörbét további elemzés alá vetjük (pl. periódusok keresése, elméleti modell illesztése stb.). A fotografikus, majd fotoelektromos és CCD-alapú digitális fotometriai módszerek kifejlődésével egyre inkább standardizálódott a technika, jól definiált szűrőkön keresztül, rögzített hullámhossztartományokban gyűjtjük a fotonokat, hogy aztán visszatérve az ókori eredetű magnitúdóskálához beszéljünk pl. V, R és I szűrős fényességekről („V magnitúdó”, „R magnitúdó” stb.), illetve az ezek különbségeiből előálló színindexekről, mint pl. B-V (olv. „bé mínusz vé”), vagy V-I („vé mínusz í”). Utóbbiakról aztán kijelentjük, hogy értékük jól korrelál bizonyos csillagparaméterekkel, elsősorban a felszíni hőmérséklettel, így változásaik szépen megmutatják pl. egy pulzáló változócsillag teljes periódusa alatt fellépő hőmérséklet-változásokat.

Ezek a vizsgálatok, legyenek akár milyen hatékonyak is, mindmáig korlátozottak abban az értelemben, hogy jellemzően megmaradnak az elektromágneses színek igen szűk tartományában, nagyjából a látható fény hullámhosszai körül, űrszondák és űrszondák eszközeivel kicsit kibővítve az ultraibolya tartomány felé, továbbá földi és űrbéli eszközökkel a közeli infravörös tartomány irányába. Egy-egy mérés széles hullámhossztartományon természetesen a mérési lehetőségek fejlődésével párhuzamosan gyakran történt, történik, ám olyan szisztematikus időtartománybeli méréssorozat, mint amilyenek a klasszikus változócsillagászatban szokásosak, mindeddig nem voltak jellemzőek mondjuk a nagyenergiájú gamma-tartománytól a leghosszabb hullámhosszú rádiósugárzásokig.

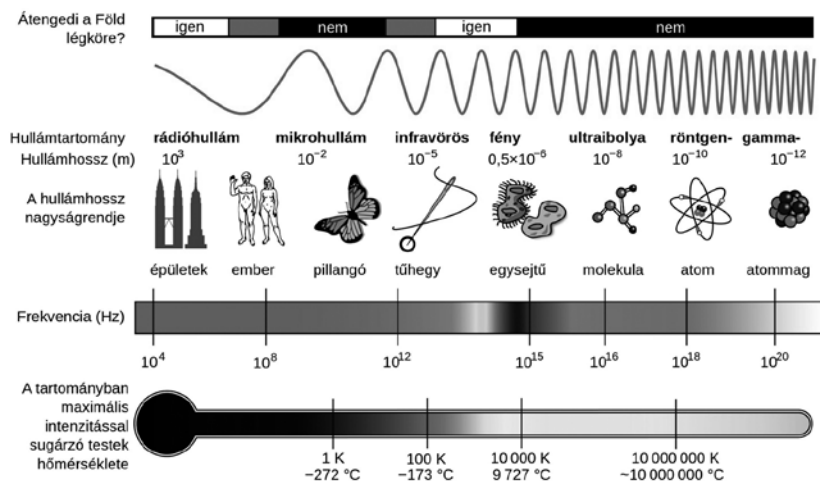
2015 júliusában a leideni Lorentz-központ szervezésében mintegy 50 csillagász gyűlt össze az egyidejű (szimultán) többhullámhosszú csillagászat jelenét és jövőjét felmérni és áttekinteni a várható trendeket. Mint

a kifejezés is sugallja, egyre inkább önálló technikának tekinthető az a megközelítés, amikor nemcsak a nagy hagyományokkal bíró optikai tartományra koncentrálnak, hanem kiegészítjük megfigyeléseinket a teljes elektromágneses színek (növekvő fotonenergiák szerint: rádióhullámok, mikrohullámok, infravörös sugárzás, fény, ultraibolya sugárzás, röntgensugárzás és gamma-sugárzás) minél több tartományára, illetve kísérletet teszünk a lehető leginkább egyidejű mérések végzésére. Ez utóbbi jelenti a kutatók és műszerhasználatot szabályzó bizottságok, obszervatóriumvezetők számára a legnagyobb problémát: a jelenlegi rendszerben egyáltalán nem garantált, hogy megoldható pl. egy időben optikai megfigyelések mondjuk az Európai Déli Obszervatórium 8,2 m-es teleszkópjaival, infravörös mérések a Spitzer-űrteljeszkóppal, ultraibolya mérések a HST-vel vagy a Swifttel, gamma-mérések a Fermivel és még esetleg rádiómérések a Very Large Array rádióteleszkópjaival. Pedig vannak olyan égitestek, amelyeknek a változásait csak akkor érthetjük meg, ha az elektromágneses színek minél inkább lefedjük, sőt a többcsatornás csillagászat (multimessenger astronomy) megszületésével az űrből érkező részecskesugárzások és 2015 óta a gravitációs hullámok is a kozmikus események fontos hírvivői.

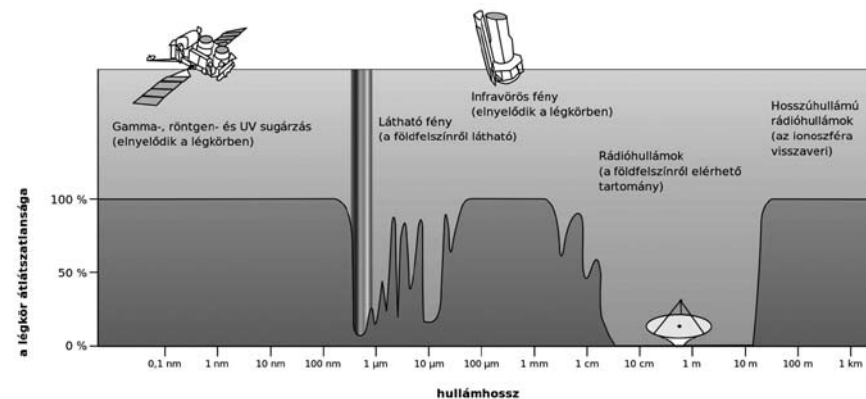
Jelen cikkben erre az új technikára hivatkozunk a címbe *változócsillagászat 2.0* kifejezéssel. Meggyőződésem, hogy a tudományos kutatás egyre inkább ebbe az irányba fog továbbfejlődni, amit lehet szeretni, lehet nem szeretni, de leginkább alkalmazkodni érdemes hozzá. A tárgyalás nagyban támaszkodik a leideni eseményről született összefoglaló cikkre (M.J. Middleton és mtsai, „Paving the way to simultaneous multi-wavelength astronomy”, New Astron. Rev., 79, pp. 26-48), amelyet minden érdeklődő olvasó ingyenesen elolvashat az arxiv.org preprint-szerveren (1709.03520).

A többcsatornás csillagászat elemei

Pusztán a műszerezettség fejlettségéből és számosságából következik, hogy a legnagyobb szegmenst az elektromágneses hullámok tanulmányozása jelenti. Profi (és amatőr) obszervatóriumok százaiban (ezreiben) állnak rendelkezésre földi optikai távcsövek, amelyekkel a fényesség és színkép változásai tanulmányozhatók. A földi légkör áteresztőképessége olyan, hogy az optikai mellett még a közeli (1–3 mikron) és a közép- (10 mikron) infravörös tartományban lehetséges méréseket végezni a felszínről, de még inkább a legszárazabb magashegyi sivatagokból. Pár nagyságrend hullámhossznövelés után, a centiméterestől a 10 méteres hullámhosszú rádiósugárzás számára ismét



Az elektromágneses színek a rádiósugárzástól a gamma-sugarak tartományáig (Wikipédia)



A földi légkör áteresztése az elektromágneses színek hullámhossztartományában (Wikipédia)

átlátszóvá válik a légkör. A hosszuhullámú rádióhullámoknak az ionosféra jelent áthatolhatatlan gátat, ismét „elsőtétítve” a kozmikus kilátást. Az optikai tartománytól a rövidebb hullámhosszak (azaz nagyobb energiák) felé haladva teljesen reménytelen a földfelszíni mérés: az ultraibolya, röntgen- és gamma-sugárzás detektálása mind világűrbe telepített távcsöveket igényel.

Akármilyen hullámhosszú elektromágneses sugárzást is tanulmányozunk, közös bennük, hogy alapvetően atomfizikai folyamatokról hoznak hírt. A látható fényben a színeképvonalak pl. semleges és enyhén ionizált atomokon belül elektronok energiaátmeneteit jelzik. A hőmérsékleti sugárzás folytonos színeképét is atomok és elektronok kölcsönhatásai keltik. Nagyon jó korreláció van a maximális sugárzás hullámhossza és a forrás hőmérséklete között (feketetestekre ez a Wien-törvény): míg a látható fény a néhány ezer fokal testekre jellemző, az ultraibolya, röntgen- és gamma-sugárzás a százezer-milliárd fokal környezetben, kataklizmákban keletkezik; az infravörös és rádiósugárzás pedig a néhány tíztől a néhány kelvines hőmérsékletű, igen hideg gázfelhők jellemző kibocsátása.

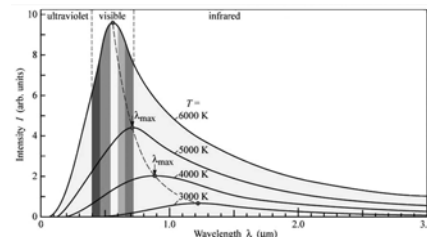
Ezzel szemben egészen más fizikai folyamatokról adnak hírt a többcsatornás csillagászat további összetevői. A kozmikus részecskék nagyenergiájú folyamatokban keletkeznek, sokszor égítetek centrális régióiban, ott, ahonnan az elektromágneses sugárzásnak esélye sincs kiszökni (ilyenek pl. a neutrínók, amelyek a közönséges anyaggal szinte egyáltalán nem hatnak kölcsön, ezért pl. a szupernóva-robbanások magjából is előbb ideérnek, mint a robbanás fénye). A csillagászati alkalmazások szempontjából erős korlát, hogy a kozmikus részecskék beérkezési iránya csak nagy bizonytalansággal rekonstruálható, így nehéz megtalálni pl. az elektromágneses tartományban nagyon pontosan lokalizált forrást. Utóbbi években a neutrínó-observatóriumok területén hozott nagy fejlődést néhány program, melyek közül az IceCube kísérlet kimagasló ambíciójú: az antarktiszi jégpajzsban egy

köbökilométernyi teret behálózta érzékeny detektorokkal, amelyek a jégben található atomok elektronjaival ütköző nagyenergiájú neutrínók másodlagos hatásaként fellépő Cserenkov-sugárzást érzékelik, a több detektor általi mérésből pedig rekonstruálható a beérkezés iránya. Szintén a kozmikus részecskék, illetve nagyon nagy energiájú gamma-fotonok által kiváltott Cserenkov-sugárzást detektálják azok földi távcsőhálózatok, amelyekben 20–30 m-es tükörátmérő, képalkotásra nem használható, de gyenge felvillanások fényének érzékelésére alkalmas optikai távcsövek működnek koordinált módon (pl. Namíbiában).

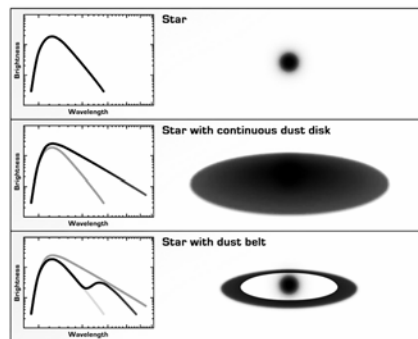
Végezetül a 2016-ban bejelentett, majd 2017-ben fizikai Nobel-díjjal jutalmazott sikeres gravitációshullám-detektálás említendő. Ezzel kapcsolatban a legnagyobb szenzáció 2017 októberéhez köthető, amikor bejelentették a GW170817 jelzésű forrás felfedezését, amelyet a gravitációs hullámok detektálását követően lényegében azonnal sikerült a teljes elektromágneses színeképben is megfigyelni. Az összeolvadó neutroncsillagok által keltett csillagrobbanások, az ún. kilonóvák kiválóan mutatják, hogy miért szükséges egy bonyolult lényiséget minél több módon megfigyelni, hiszen csak ezekből rakható ki a teljes asztrofizikai megértés mozaikja.

A spektrális energiaeloszlás (SED)

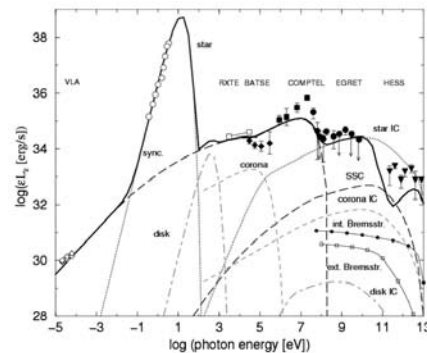
Visszatérve pusztán az elektromágneses színeképhez és annak jól elkülönülő tartományaihoz, érdemes kicsit körüljárni a folytonos eloszlású színeképet, másképpen a spektrális energiaeloszlást (spectral energy distribution, SED). Sokszor hangzik el, hogy a normál csillagok többségének spektrális energiaeloszlása jó közelítéssel leírható a Planck-függvénnyel, amit pedig a fizikában az abszolút feketetestek sugárzásának jellemzésére használunk. Ezek olyan objektumok minden rájuk eső sugárzást elnyelnek (azaz albedójuk nulla), így bármit is sugároznak ki, azt pusztán a hőmérsékletüknek köszönhetik (ezért hívják a feketetest-sugárzást hőmérsékleti sugárzásnak is). A Planck-



A Planck-függvény alakja különböző hőmérsékletek esetén (Univ. of Oregon)



Normál csillag (fent), kiterjedt porkorongos csillag (középen) és porgyűrűvel övezett csillag (alul) spektrális energiaeloszlása (balra) és sematikus képe (jobbra) (Kép: NASA Spitzer PR)



Az LS 5039 gamma-sugárzó kettőscsillag SED-je a rádiótól a gamma-tartományig (Paredes és munkatársai, 2006)

függvény nagyon jellegzetes lefutású, egy maximummal bíró görbe, egyetlen paramétere a hőmérséklet, ami meghatározza a maximális sugárzás hullámhosszát, a görbe

alatti terület mértékét, azaz az egységnyi felület által a teljes hullámhossztartományban kisugárzott fényteljesítményt.

Ténykérdés, hogy normál csillagokra a széles sávú sugárzáseloszlás jól követi a Planck-függvény karakterét, noha a Napnál hűvösebb csillagokra a molekulák elnyelési sávjai már az SED alakjában is érzékelhető torzulást okoznak. Azonban mihelyst kicsit bonyolultabb rendszereket tekintünk, mint az egy darab fotoszférával jellemezhető plazmagömböket, azaz a csillagokat, előjönnek az összetett alakú, időnként meglepően furcsa SED-ek. Tekintsük például a hideg porkoronggal övezett fiatal csillagokat! Ezeknél a csillagtól akár több csillagászati egységre húzódó sűrű porkorong is lehet, amelynek saját infravörös sugárzása hozzáadódik a központi csillag SED-jéhez. Ennek megfelelően egy porgyűrű pl. jellegzetes másodlagos púpokat okoz az infravörös tartományban, amelynek kimutatásakor szakavatott szem „ránézésre” megállapítja a gyűrű átlagos hőmérsékletét (a másodlagos púp maximumából), illetve a benne található össz anyagmennyiséget (kicsit trükkösebb számolásokkal).

Egészen egzotikus SED-eket mutatnak a kompakt kettősök, amelyekben egy fehér törpe, neutroncsillag, vagy akár fekete lyuk szívja el a társa anyagát, a kialakuló akkréciós korong, esetleg gázkilövellés, korona, forró foltok stb. pedig egyenként elkülönülő másodlagos csúcsokat eredményeznek a teljes elektromágneses színekép akár 16–18 nagyságrendet átfogó tartományában. Erre példa az LS 5039 gamma-sugárzó kettőscsillag, aminek a mellékelt ábrán láthatjuk a teljes elektromágneses színeképet, bal oldalon a kis energiájú rádiósugárzással, jobb oldalon pedig a gamma-sugarak tartományáig. Evidens, hogy egy ilyen bonyolult rendszerben gyors változások történhetnek tetszőlegesen rövid időskálákon, amelyek megértéséhez kulcsfontosságú a többhullámhosszú mérések egyidejűsége. Hasonlóan torzult SED-ket látunk pl. szupernóva-maradványoknál (Rák-köd!), vagy az aktív galaxis-magoknál, amelyekben nagy tömegű fekete

lyukak nyelik el a behulló gázanyagot, a teljes rendszer folytonos spektruma pedig 10–15 nagyságrendet átfog, akár hat-nyolc törésponttal különböző átmeneti hullámhosszaknál.

Annai következtetést vonhatunk le, hogy minél inkább összetett (nem termális) alakú az SED, annál komplexebb fizika szükséges az adott égitest viselkedésének értelmezéséhez és annál inkább szükséges a „változócsillagászat 2.0” megközelítése. Az alábbiakban a leginkább érintett objektumtípusokat fogjuk kicsit részletesebben tárgyalni.

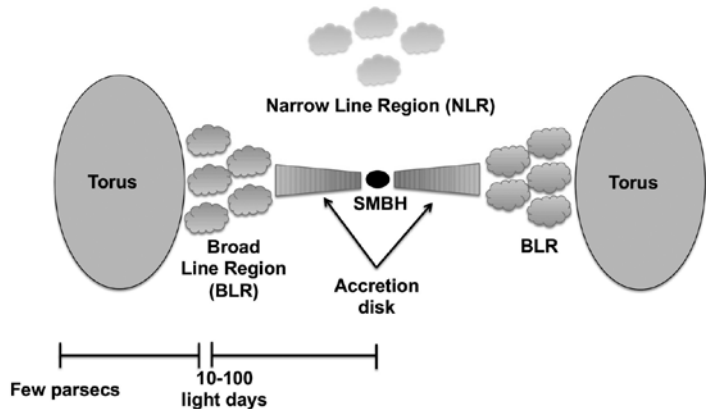
Aktív galaxismagok

Ma már általánosan elfogadott kép, hogy legtöbb (az összes?) galaxis központjában található egy nagy tömegű fekete lyuk, ami a környezetével különböző kölcsönhatásokba léphet. Az aktív galaxismagok (Active Galactic Nuclei, AGN) különösen erős kölcsönhatásokat mutató rendszerek, amelyekben millió-milliárd naptömegű szupermasszív fekete lyukakat nagy méretű akkréciós korongok öveznek, sokszor közel fénysebességgel gázkilövellésekkel. Mind a fekete lyuk felé bespiráló forró gázkorong, mind a relativisztikus kilövellés erős változásokat mutat szinte minden időskálán. A rendszerben a folytonos színképi

sugárzást kibocsátó korong és gázugár mellett vannak további gázcsomók, melyek vonalas színképek, és annak megfelelően, hogy hol helyezkednek el a fekete lyukhoz viszonyítva, keskeny és széles vonalú régióknak hívjuk őket. Az alábbi sémátikus ábrán ezeket összefoglalva látjuk, természetesen nem méretarányos ábrázolással.

Két érdekes alkalmazást említünk meg itt, ahol fontos és hasznos a szimultán többhullámhosszú megfigyelés. Az egyik az ún. *reverberációs* térképezés módszere, ahol a különböző sugárzások forrásait figyeljük időben, és ha történik egy nagyobb fellángolás mondjuk az akkréciós korong közepén (ultraibolya-röntgen tartományban), akkor a hatás fénysebességgel, vagy közel fénysebességgel terjed kifelé. A hirtelen változás más hullámhosszakon más időben jelentkezik, és ha meg tudjuk feleltetni a különböző tartományokban más időpontokban bekövetkező eseményeket egymásnak, akkor az időkülönbségből meghatározhatóvá válnak a rendszer méretére és geometriájára vonatkozó adatok (távolságok a komponensek között, azok mérete és térbeli eloszlása stb.).

Másik fontos kérdés és nyitott probléma a kilövelléseket elindító fizikai mechanizmusok. Jelenleg egyáltalán nem értjük, hogy mi váltja ki a behulló gázanyag nagy



Egy aktív galaxismag legfontosabb komponensei. Az angol kifejezések magyarul: SMBH – szupermasszív fekete lyuk; Accretion disk – akkréciós korong; Narrow Line Region (NLR) – keskeny vonalú régió; Broad Line Region (BLR) – széles vonalú régió; Torus – tórusz, az egész rendszert övező porgyűrű.

sebességekre történő felgyorsítását, ezzel egy időben a gázugár kollimálását egy adott irányba. Az elméleti jóslatok tesztelésére a rádió-, gamma-, röntgen-, ultraibolya és vizuális tartományban egyszerre kell mérni, a számítások szerint heteken-hónapokon keresztül. Jelenleg még nincs olyan csillagászati infrastruktúra, amely ilyen hosszú időn keresztül biztosítani tudná a koordinált méréseket.

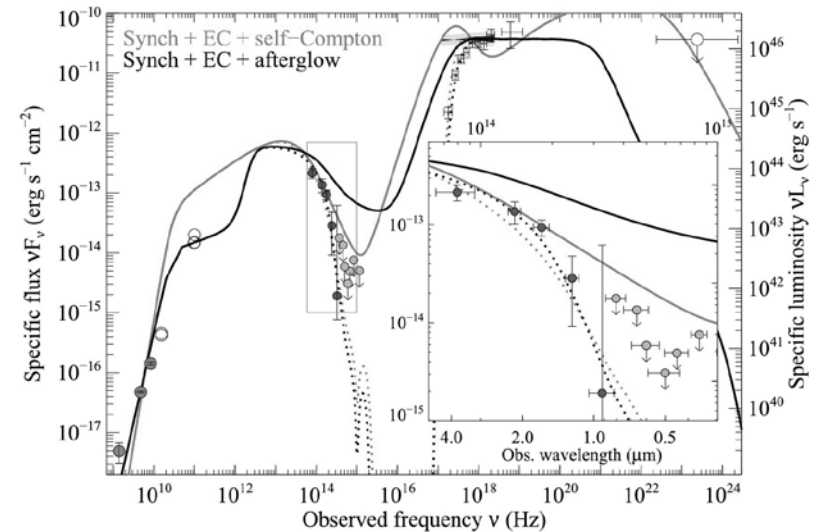
Árapály-katasztrófák

A galaxismagok akkréciója hosszú (akár millió éves) időskálán történik. Ezzel szemben az utóbbi években egyre több példát láttunk arra, hogy rövid időskálájú (napos-hetes nagyságrendű), nagy amplitúdójú flekrek is történhetnek galaxismagok masszív fekete lyukai körül. Mára kevesen kételkednek az eredetileg sokak által nagyon vad elképzelésnek tekintett árapály-katasztrófa jelenségének realitásában (az angol szakki-fejezés Tidal Disruption Event, ami alapján a szokásos rövidítése TDE). Az alapjelenség tényleg meglehetősen egzotikus: ha egy szupernagy tömegű fekete lyukat túlzottan megközelíti egy körülötte keringő csillag,

akkor előfordulhat, hogy a galaktikus szörnyeteg árapályereje képes szétszakítani az óvatlan csillagot, amelynek gázanyagából jelentős mennyiség rázúdul a fekete lyukra, megnöveli a tömegbefogás mértékét és napos-hetes időskálán hirtelen fellángolást idéz elő.

A szakirodalom ma már megkülönbözteti a kilövellés nélküli és azzal együtt járó TDE-jelenségeket, amelyek között a fő különbség, hogy előbbiek erős rádióforrások hatványfüggvény alakú SED-et produkáló szinkrotron sugárzással, utóbbiak pedig erős röntgen, ultraibolya és optikai források (bár vannak arra is jelek, hogy a csoportok keveredhetnek, így némileg félrevezető a megkülönböztetés).

A jelenleg nyitott kérdések, különösen a kilövelléseket kiváltó fizika tanulmányozásához a rádió- és röntgentartományban kellene napos időskálákon szimultán méréseket végezni, míg a fénygörbék finom részleteinek értelmezéséhez minél szélesebb tartományban szükséges napon belüli egyidejűséggel követni az eseményeket. Minthogy a TDE-k definíció szerint extragalaktikus objektumok, sokszor kozmológiai távolsá-



Egy kilövelléssel együtt járó árapálykatasztrófa-jelenség SED-je (Bloom és munkatársai 2011)

gokban, a kihívás egyértelmű, hiszen a világ jelenleg legnagyobb távcsövei szükségesek. A terület viszont nagyon érdekes, hiszen az anyag szélsőséges körülmények közötti viselkedésében is különösen extrém feltételek válnak így tanulmányozhatóvá.

Sagittarius A*

A legközelebbi szupernagy tömegű fekete lyuk a Tejútrendszer központi objektuma, a Sagittarius A* jelzésű rádióforrás, amely jelenleg nyugodt állapotban található, nem mutat semmilyen igazi AGN-szerű aktivitást, csak relatíve kisebb flereket, kitöréseket. A 30 ezer fényévre található objektum tömegét a körülötte keringő csillagok pályáinak elemzésével 3,6–4 millió naptömegre teszik a szakemberek. Sajnos (vagy szerencsére...) a sugárzását sűrű galaktikus porfelhők szűrik meg, látható tartományban mintegy 30 magnitúdó a csillagközi porfelhők fényelnyelő hatása. Ezzel szemben 2,2 mikronon, a K sávban már „csak” 3 magnitúdó az intersztelláris extinkció, ezért a körülötte keringő csillagokat ebben a sávban szokás megfigyelni és asztrometriai méréseket végezni.

A szimultán többhullámhosszú mérések szempontjából fontos kérdés, hogy mi váltja ki a flereket. Ehhez jó minőségű és lényegében teljesen egyidejű megfigyelések szükségesek a szubmilliméteres rádió-, az infravörös és a röntgentartományban. Minthogy másodperces-perces-órás időskálákról beszélünk, a Sgr A* speciális kihívásokat állít a kutatók elé: a használható műszerek a világ több kontinensén szétszórva találhatók, így egyáltalán nem biztos, hogy minden műszer minden időpillanatban látja is a célpontot. Inkább az a jellemző, hogy egymást követően, felváltva mérnek, annak megfelelően, hogy az éjszaka hogyan járja körbe bolygónkat.

Kompakt kettőscsillagok

A klasszikus változócsillagászat kataklizmusos változóiban egy kompakt, sűrű égitest szoros kettős rendszerben szívja el kísérője anyagát. Mint azt fentebb említettük,

ezekben a rendszerekben a kompakt csillag lehet egy Föld méretű, de Nap tömegű fehér törpe, egy város méretű, de akár 2–3 naptömegű neutroncsillag, vagy egy extrém kicsi, 5–6–10 naptömegű fekete lyuk. Ezek mindegyike forró gázkorongot alakít ki az átadott anyagból, amely erős ultraibolya, röntgen- vagy gamma-sugárzás forrása. Egyes esetekben relativisztikus kilövellések is keletkezhetnek, ezeket az aktív galaxismagokra emlékeztető módon mikrokvazároknak is szokták nevezni.

A növőokban, törpenővőkben magáról az akkrécióról tanulhatunk a szimultán többhullámhosszú mérések alapján. Pl. az SS Cygni esetében mindmáig a legrészletesebb vizsgálatok azok az optikai és ultraibolya mérések voltak, amelyek lassan húsz éve egyértelműen megmutatták, hogy a törpenőva kitörése elején először az optikai tartományban indul a fényesedés, majd jó egy nappal később követi az ultraibolya sugárzás, összhangban azzal, hogy az akkréciós korong instabilitása kívülről befelé terjed, a hidegebb, optikaiban fényes régióban, majd a forróbb, ultraibolyában fényes részre terjed át a kitörés hatása.

Robbanó csillagok

A nagy energiájú asztrofizikai jelenségek közül a leglátványosabb és legtermészetesebb változócsillagászat 2.0-célpontok az általában csillagok megsemmisülésével járó csillagrobbanások. A fehér törpék össze-roppanásával járó Ia típusú szupernóvák, a nagy tömegű csillagok magjának összeomlását jelző II-es típusú szupernóvák, a gamma-kitörések és immár tavaly ősz óta az összeolvadó neutroncsillag-kettősök által kiváltott gravitációshullám-források mindegyike nagyon izgalmas kutatásokat tesz lehetővé, esetükben viszont további nehezítő tényező a gigászi kataklizmák jelenleg teljességgel előrejelezhetetlen természete. Mindaddig kizárólag a szerencsén múlt, ha sikerült többhullámhosszú, esetleg többcsatornás méréseket végezni. A kevés, de annál látványosabb példák egyike az SN 2008D felfedezése, amikor a Swift-űrtávcsővel az

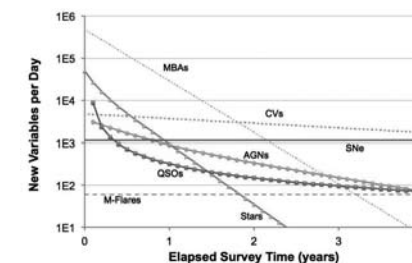
anyagaxisban hónapokkal korábban felfedezett másik szupernóvát észlelték, és éppen az adatgyűjtés alatt játszódott le az újonnan feltűnt szupernóvában a robbanási lökéshullám kitörése a csillag belsejéből (ez az ún. shock break-out jelensége). Néhány pillanatig a röntgendetektor telítésbe is ment a hirtelen villanástól, ami alig 7–8 perccel később már érzékelhetetlen szintre halványodott. Magát a szupernóvát optikailag természetesen hónapokig lehetett követni.

Az időben változó égbolt megismerésében ez a terület, a tranziens asztrofizikai objektumok kutatása különösen látványos fejlődésen ment keresztül az utóbbi években, és további izgalmas eredmények várhatók az újabb és újabb műszertechnikai fejlesztéseknek köszönhetően. A nagy látómezejű autonóm robottávcsövek soha nem látott hatékonysággal követik a hirtelen feltűnő optikai forrásokat, míg a párhuzamosan működő gamma-, röntgen- és ultraibolya űrtávcsövek lehetővé teszik a gyors keresztazonosítást. Hasonlóan, a jelenleg időszakosan működő gravitációshullám-detektorok is demonstrálták a többcsatornás csillagászat potenciálját és a várható távlatokat. Érdemes megjegyezni, hogy az ESA-NASA együttműködésben megépítendő LISA űrbéli gravitációshullám-obszervatórium a várható érzékenység mellett az összeolvadó duplán kompakt kettősöket akár hetek-hónapokkal a végső összeolvadás előtt már képes lesz érzékelni. Ebben az esetben az elektromágneses tartományban dolgozó csillagászoknak lesz idejük az optimális mérések megtervezésére. Még ha minden jól is alakul, akkor sem várható 2034 előtt a LISA pályára állítása, úgyhogy még legalább 15–20 évig van időnk kitalálni a legjobb műszeridő-osztó rendszert...

A közeljövő: az LSST hatása

Amire viszont már nem kell évtizedeket várni, az a jelenkor optikai csillagászatának ambiciózus vállalkozása, a Large Synoptic Survey Telescope (LSST). Ez egy nagyjából 1 milliárd dollárba kerülő speciális 8 m-es óriástávcső, amely különleges optikai

elrendezésének és 3,2 gigapixeles mozaikkamerájának köszönhetően 3,5°-os látómezejű CCD-képeket fog készíteni. A gigászi látómezőnek köszönhetően az LSST három nap alatt képes lesz lefedni a Chiléből látszó teljes eget, pozícióként 25^m-s határfényességgel, így a tíz évre tervezett folyamatos működése alatt a belátott teljes égbolt minden egyes pontját ezerszer megismételten fel fogja keresni (ciklikusan más-más szűrőkkel, így a változások detektálása mellett színinformációt is regisztrálni fog).



Az LSST által éjszakánként felfedezendő új égitestek száma (logaritmusos skálázással!) a kezdéstől eltelt évek számának függvényében. Az angol betűszók jelentése: MBAs – fővövi kisbolygók; CVs – kataklizmusos változócsillagok; AGNs – aktív galaxismagok; SNe – szupernóvák; QSOs – kvazárok; Stars – változócsillagok; M-flares – M törpék flerei (Ridgway és mtsai 2014)

Jól halad a távcső építése a Las Campanas Obszervatóriumban, és reális annak az esélye, hogy az eredeti tervekhez képest viszonylag kis késéssel, 2020/21 táján elindulnak a mérések. Az LSST soha nem látott csillagászati adatfolyamot fog generálni, amiben csak az éjszakánként felfedezett szupernóvák számát is ezres nagyságrendben lehet becsülni. Az LSST teljes mértékben át fogja alakítani az időtartományban végzett csillagászatot, és valójában még senki nem tudja, hogy hova is fog ez pontosan vezetni. Ami most biztosan kijelenthető, hogy a 2020-as években hatalmas lendületet fog kapni a változócsillagok kutatása (is), amire akár a változócsillagászat 3.0 kifejezést is megkockáztathatjuk. Négy-öt év múlva visszatérünk a kérdésre...

Kiss László

Jelenségnaptár — Programajánló

2018. május

Bolygók

Merkúr: A hónap folyamán nincs megfigyelésre kedvező helyzetben. A hónap elején bő háromnegyed órával kel a Nap előtt, a keleti látóhatár közelében kereshető. Láthatósága lassan romlik, ahogy közeledik a Naphoz, 20-a után belevész a pirkadati fénybe.

Vénusz: Fényesen ragyog napnyugta után az esti nyugati égen. Láthatósága nagyon jó, több mint két és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége $-3,9^m$, átmérője $11,5''$ -ről $13,1''$ -re nő, fázisa 0,88-ról 0,81-ra csökken.

Mars: Előretartó mozgást végez a Sagittarius, majd 15-étől a Capricornus csillagképben. Éjfél után kel, az éjszaka második felében látható a délkeleti égen mint fényes vörös égitest. Fényessége $-0,4^m$ -ről $-1,2^m$ -ra, látszó átmérője $11''$ -ről $15,1''$ -re nő.

Jupiter: A Libra közepén végzi hátráló mozgását, 9-én szembenállásban van a Nappal. Egész éjszaka megfigyelhető a déli égen, fényessége $-2,5^m$, átmérője $45''$.

Szaturnusz: Hátráló mozgást végez a Sagittariusban. Késő este kel, az éjszaka nagyobb részében megfigyelhető alacsonyan a déli égen. Fényessége $0,3^m$, átmérője $18''$.

Uránusz: A hónap második felétől újra kereshető, hajnalban kel. Napkelte előtt a délkeleti ég alján, közel a látóhatárhoz látszik. Előretartó mozgást végez az Ariesben.

Neptunusz: Hajnalban kel. A szürkületben kereshető az Aquariusban, a délkeleti látóhatár közelében. Előretartó mozgása kezd lassulni.

Kaposvári Zoltán

Oppozícióban a Jupiter

A Libra csillagképben járó bolygóóriás szembenállására május 9-én kerül sor. A $-2,5$ magnitúdós fényességű, $45''$ látszó méretű bolygó jól megfigyelhető, késő esti

HOLDFÁZISOK			
Május 8.	02:09 UT	utolsó negyed	
Május 15.	11:48 UT	újhold	
Május 22.	03:49 UT	első negyed	
Május 29.	14:19 UT	telehold	

delelésekor 26° -kal emelkedik a horizont fölé. A szembenállás estéjén 20:29 UT-kor a centrálmeridiánon (CM) az északi egyenlítői sáv (NEB) fölött vonul át az Io, az apró holdkoronghoz tapadva annak fekete árnyékívé. A bolygó keringése során 2018-ban láthatunk rá legjobban a déli pólusára. A szemlélő az egyenlítői sávokat most kivételesen nagyon finoman íveltnek láthatja, az egyéjszakai felvételsorozatból részleges déli pólusprojekciót készíthetünk. A kitartó észlelők ha egy-két hónapos időintervallumban ugyanazon CM-hosszúságról készítenek képeket, azokon a széláramokban tovasodó alakzatok mozgását is megörökíthetik. A Galilei-holdak észlelésére is jó lehetőségünk van: oppozíciókor a Ganymedes $1,65''$, a Callisto $1,51''$, az Io $1,14''$, az Europa pedig $0,98''$ átmérőjű lesz. Nagyobb műszerekkel felszíni részleteket is láthatunk, illetve fotózhatunk a Ganymedesen és az Ión.

Kiss Áron Keve

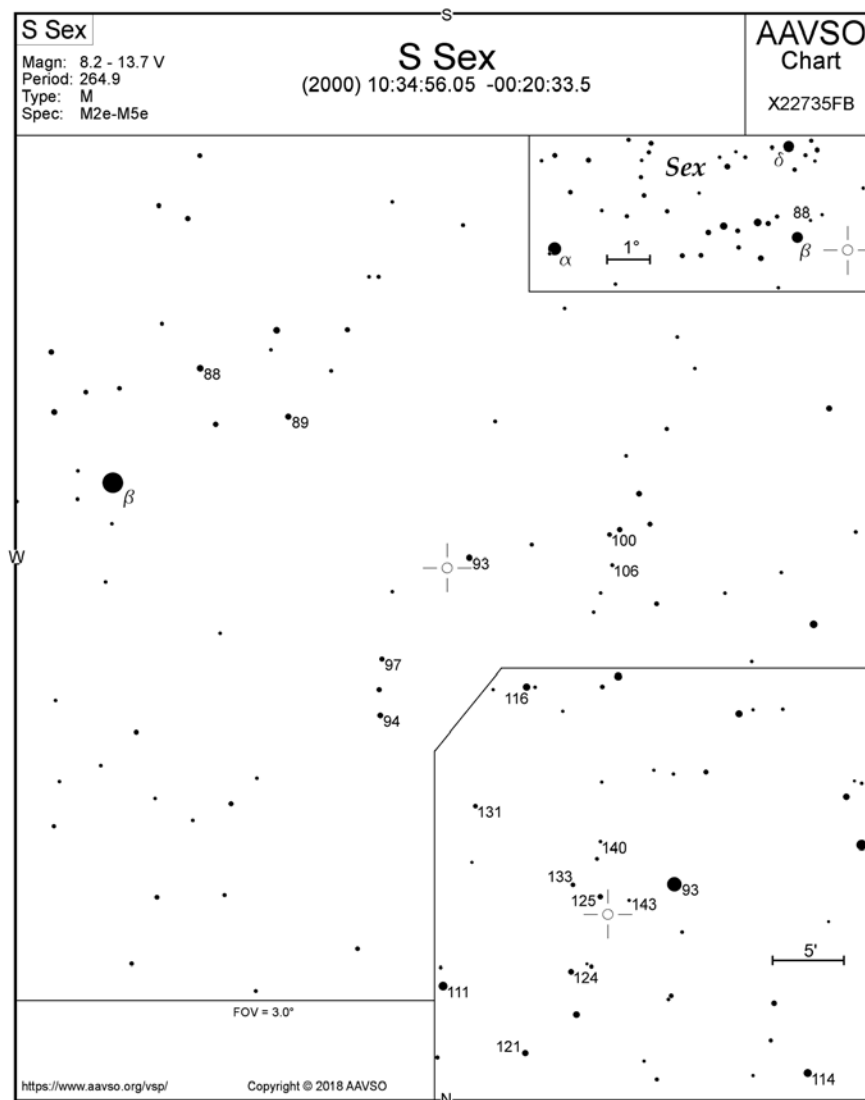
A hónap változója: az S Sextantis

A tavaszi égbolt egyik legkisebb konstellációjának, a Leo és a Hydra közé beékelődött Szeptans csillagkép legfényesebb mirája ez a több szempontból is érdekes változó. A közel száz évre visszanyúló AAVSO-adatok alapján a csillag periódusában szabályos, szinte szinuszos ingadozások mutathatók ki, hasonlóan a magyar kutatók által is vizsgált T Cep, S Ori és R Nor mirákhoz (Gál & Szatmáry, 1995). Mivel kísérő jelenlétére nem utalnak jelek, feltételezhetően ennél a csillagnál is ún. héliumhéj-villanások tör-

ténnék, melyek hatására az átlagos 250 nap körüli periódusa, hullámzó jelleggel mintegy 265 napra növekszik. A jelenség további tanulmányozásához további, hosszú éveket átölölő amatőr változóészlelések szükségesek. Az S Sex fénygörbéjén emellett jól láthatóan jelentkezik egyfajta, több mirára

is jellemző „vándorló” púp, ami az oszcillációk egymásra rakódása révén alakul ki. A viszonylag rövid periódusú változó május-június során kerül maximumba, így közepes távcsövekkel végigkövethetjük meredek felszálló ágát.

Bagó Balázs



BEMUTATÓ ÉS KÖZÖSSÉGI CSILLAGVIZSGÁLÓK

Agóra Tudományos Élményközpont
4032 Debrecen, Egyetem tér 1.
www.agoradebrecen.hu/

Bajai Bemutató Csillagvizsgáló
6500 Baja, Tóth Kálmán u. 19.
www.bajaobs.hu/bbcs

Balaton Csillagvizsgáló
8184 Balatonfűzfő, Sport Centrum
www.balatoncsillagvizsgalo.hu

B&B Csillagvizsgáló Kft.
6400 Kiskunhalas, Kossuth u. 43.
www.csillagvizsgalo.eu

Bay Zoltán Oktatóközpont
5700 Gyula, Városerdő
mzlajos@gmail.com

Bödök Zsigmond Bemutató Csillagvizsgáló
7751 Boly, Békáspuszta
draconid@freemail.hu

Bödök Zsigmond Csillagda
930 52 Blahová 54, Szlovákia
www.uma.sk

Canis Maior Csillagvizsgáló
8800 Nagykiszta, Zrínyi u. 18.
www.nae.hu

Canis Minor Csillagvizsgáló
8866 Becsehely, Kis-hegy
www.nae.hu

Fényi Gyula Csillagvizsgáló
3523 Miskolc, Fényi Gyula tér 10.
users.atw.hu/fenyigyula/

Gaia Csillagda
3556 Kisgyőr, Szőlőkalja u. 8.
ronaorzo.csillagpark.hu/

Gedőcz-tetői Csillagvizsgáló
3100 Salgótarján, Gedőczy u. 36.
www.csillagvizsgalo.starjan.hu/

Gordon Hopkins Csillagvizsgáló
Kossuth Zsuzsa Szakképző Iskola
2370 Dabas, József A. u. 107.

Győri Egyetemi Bemutató Csillagvizsgáló
Győr, Egyetem tér 1. K3. gyor.mcse.hu

Hármashegyi Csillagda
Debrecen-Nagycsere, Természet Háza
zsuzsivasut.hu/termeszethaza

Haynald Observatórium
Szent István Gimnázium
6300 Kalocsa, Hunyadi J. u. 23–25.

Hegyháti Csillagvizsgáló
9915 Hegyhátsál, Fő u. 19.
www.observatory.hu/

Hortobágyi Csillagda
Fecskeház Erdei Iskola
4071 Hortobágy-Máta, goo.gl/xDTEq4

Jászberényi Csillagvizsgáló
5100 Jászberény, Bercsényi út 1.
jaszkonyvtar.hu/csillagda/

Kecskeméti Főiskola Csillagvizsgálója
6000 Kecskemét, Kaszap u. 6–14.
kefoportal.kefo.hu/csillagvizsgalo-2

Kiss György Csillagda
5931 Nagyszénás, Ságvári utca 26.
www.kgycsillagda.atw.hu/

Kőszeg Város Oktató- és Bemutató Csillagvizsgálója
Béri Balogh Ádám Általános Iskola
9730 Kőszeg, Deák F. u. 6.
www.gae.hu

Kövesligethy Radó Oktató és Bemutató Csillagvizsgáló
9700 Szombathely, Károlyi Gáspár tér 4.
www.gae.hu

Kulin György Bemutató Csillagvizsgáló
Könyves Kálmán Gimnázium
1043 Budapest, Tanoda tér 1.
kkgcsillagaszat.hu/

Pannon Csillagda
8427 Bakonybél, Szt. Gellért tér 9.
www.csillagda.net

Polaris Csillagvizsgáló
1037 Budapest, Laborc u. 2/c.
polaris.mcse.hu

Posztoczy Károly Bemutató Csillagvizsgáló és Múzeum
2890 Tata, Eötvös u. 19.
www.titkom.hu/tataicsillagda.html

Pozsgai János Csillagvizsgáló
Mikoviny Sámuel Általános Iskola
3742 Rudótftelep, József A. u. 43.

Specula
Eszterházy Károly Főiskola
3300 Eger, Eszterházy tér 2.
varazstorony.ektf.hu/

Dr. Szabó Gyula Bemutató Csillagvizsgáló
3534 Miskolc, Dorottya u. 1.
csillagda.web44.net/

Szegedi Csillagvizsgáló
6726 Szeged, Kertész utca
astro.u-szeged.hu/

Tápiómenti Bemutató Csillagvizsgáló
2241 Süllyás, Régi Úri út
www.sacse.hu

Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló
8000 Székesfehérvár, Fürdősor 3.
telapo.datatrans.hu/Telapo/index.htm

TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgáló
5000 Szolnok, Jubileum tér 5.
www.tit-szolnok.hu

Zselici Csillagpark
7477 Zselickistalud, 064/2 hrsz.
zselicicsillagpark.hu



Az MCSE közösségi csillagvizsgálója, a Polaris változatos programokkal várja az MCSE-tagokat és az érdeklődőket. Címünk: Budapest III., Laborc u. 2/c., <http://polaris.mcse.hu>, tel: (1) 240-7708, 06-70-548-9124. **MCSE-tagok számára programjaink ingyenesek.**

Távcsöves bemutató minden kedden, csütörtökön és szombaton 20:00–22:00-ig. A belépődíj felnőtteknek 1000 Ft, diákoknak, pedagógusoknak és nyugdíjasoknak 600 Ft.

Csoportokat (min. 15, max. 30 fő) előzetes egyeztetés alapján fogadunk.

Keddenként 18 órától MCSE-klub. Tagfelvétel, távcsöves tanácsadás, egyesületi programok megbeszélése.

Szerdánként 17 órától gyermekszakkör a 8–12 éves korosztály számára.

Csütörtökönként 18 órától ifjúsági szakkör a 15–19 éves korosztály számára.

Észlelőszakkör és tükröcsiszoló kör minden korosztály számára (l. honlapunkat). A szakköri foglalkozásokon való részvétel feltétele az MCSE-tagság.

Folyamatos tagfelvétel! Az esti bemutatók alkalmával – telefonos egyeztetés után napközben is – lehet intézni az MCSE-tagságot.

MCSE Hírlevél: Programjainkról tájékoztat hírlevelünk, melyre a www.mcse.hu jobb oldali sávjában található felületen lehet feliratkozni.

Helyi csoportjaink, partnereink

Baja: Összejövetelek szerdánként 17:30-tól a Tóth Kálmán u. 19. alatti bemutató csillagvizsgálóban. Hegedűs Tibor +36-20-9370-042, baja@electra.bajaobs.hu.

Debrecen: A MACSED összejövetelei csütörtökönként 18 órától az Újkerti Községi Házban (a hónap első csütörtökén az Agórán). Információk: macsed.csillagpark.hu

Dunaújváros: Péntekenként 16:00–18:00 között összejövetelek a Munkás Művelődési Központban.

Eger: Kéthetente szakköri foglalkozás a Líceum Varázstornyában (Specula). Információk: eger.mcse.hu

Esztergom: A Technika Házában minden szerdán 18 órakor találkoznak a tagok.

Győr: Péntekenként páros héten nyugtatót bemutató a csillagvizsgálóban (Egyetem tér 1.).

Kaposvár: Minden hónap első péntekjén 18 órakor találkozik a bányai Panoráma Panzióban.

Kiskun Csoport: Az aktuális havi programok a csoport honlapján: kiskun.mcse.hu, tel.: +36-30-248-8447

Kiskun Csoport: Az aktuális havi programok a csoport honlapján: kiskun.mcse.hu, tel.: +36-30-248-8447

Miskolc: Összejövetelek péntekenként 19 órától a Dr. Szabó Gyula Csillagvizsgálóban.

Paks: Összejövetel minden szerdán 18 órától az ESZI egyik osztálytermében, jó idő esetén az udvaron távcsövezés.

Pécs: Minden hétfőn 18 órakor találkoznak a helyi MCSE-tagok a Zsolnay Kulturális Negyed planetáriumának előadótermében.

Szeged: Felvilágosítás Orosz Tímeánál, orosz.ti@gmail.com, www.facebook.com/mcseszhs

Tata: Foglalkozások péntekenként 18 órától a Posztoczy Károly Csillagvizsgálóban.

Tápiómente: Kiss Szabolcs, e-mail: achilles@freemail.hu

Zalaegerszeg: Felvilágosítás Csizmadia Szilárdnál, tel.: +36-70-283-5752, e-mail: zeta1@freemail.hu

További programok: www.mcse.hu

Egy százalék a csillagászatnak: 19009162-2-43

A Magyar Csillagászati Egyesület legfontosabb, egyben legértékesebb bevételei közé tartoznak a tagdíjbevételek, a személyi jövedelemadó 1%-ának felajánlásai, továbbá a különféle adományok. Az elmúlt bő két évtizedben – mióta lehetőség van az SZJA 1%-ának felajánlására – az adózók százai, ezrei tartották érdemesnek az MCSE-t arra, hogy ilyen módon is támogassák a magyarországi csillagászatot.

Az 1%-os SZJA-felajánlások mindenkor komoly forrást jelentettek működési költségeink fedezéséhez (bérleti díjak, postai és kommunikációs költségek, honlapjaink fenntartása, a Polaris Csillagvizsgáló üzemeltetése stb.), kiadványaink megjelentetéséhez (Meteor, Meteor csillagászati évkönyv, szóróanyagok stb.), rendezvényeink, programjaink lebonyolításához (táborok, találkozók). Számos fiatal és határon túli ama-

tört is támogathattunk az SZJA-felajánlások révén.

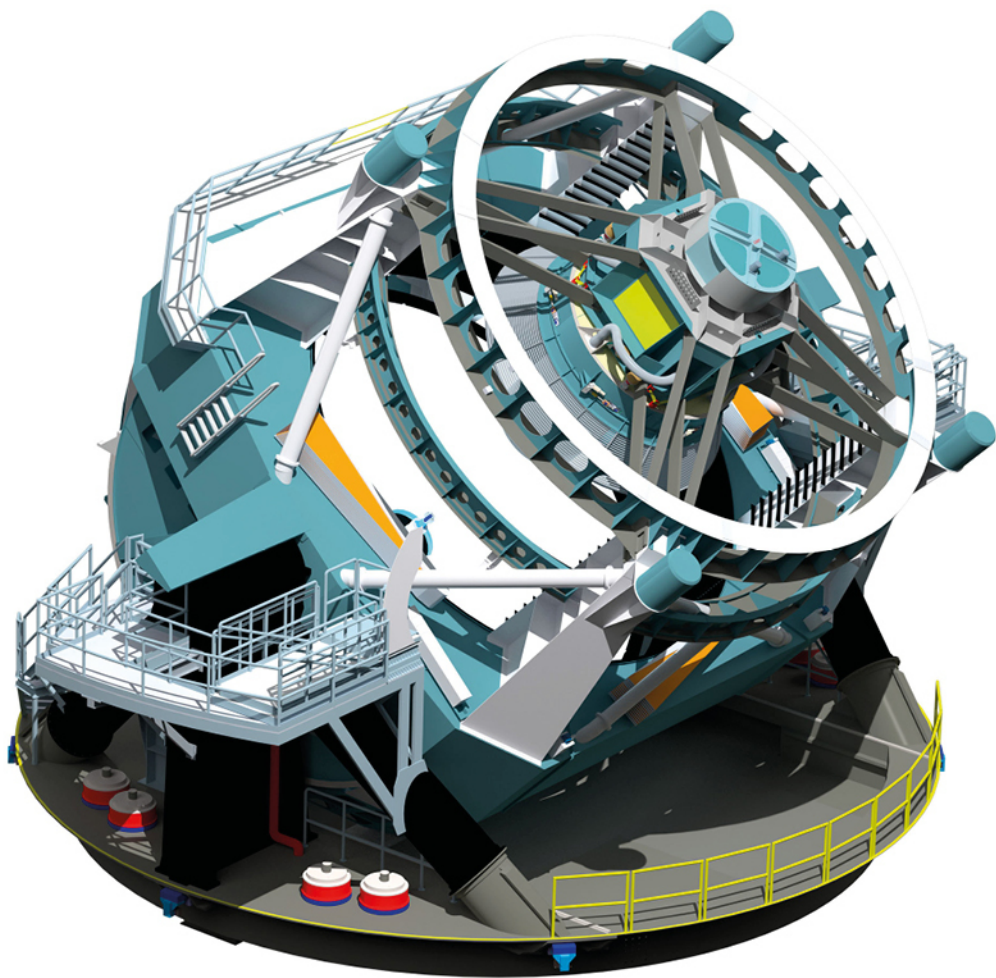
Ez évtől kezdve a magánszemélyek kizárólag önadózással készíthetik el adóbevallásukat.

A NAV által elkészített adóbevallás-tervezetek március 15-étől elérhetőek az eSZJA oldalon. A személyi jövedelemadó 1+1%-ának felajánlására is az eSZJA oldalon van lehetőség. Az SZJA 1%-a hagyományos, postai úton, elektronikusan és a NAV ügyfélszolgálatán is felajánlható, az ehhez szükséges 17EGYSZA jelű űrlap letölthető a NAV honlapjáról. A személyi jövedelemadó 1+1%-ának felajánlási határideje: **május 22.**

Kérjük, támogassa Ön is a Magyar Csillagászati Egyesület tudománynépszerűsítő és tehetséggondozó munkáját az SZJA 1%-ának felajánlásával!

Magyar Csillagászati Egyesület





A 8,4 méter tükörmérőjű LSST (Large Synoptic Survey Telescope) várhatóan 2021/22 során lép munkába, és a tervek szerint háromnaponta lesz képes a teljes, Chiléből látható égbolt átvizsgálására. Bővebben l. a 41-42. és a 63. oldalon! (www.lsst.org)



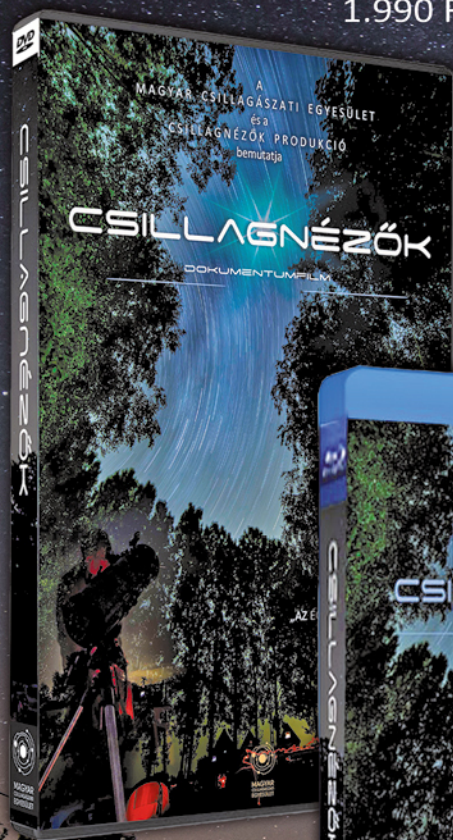
A hónap képe

Részlet a rostocki csillagászati óra új naptárkorongjából (Nico Nemitz felvétele). Bővebben I. Újabb 133 évre elindítottak a rostocki csillagászati óra naptárát c. cikkünket (4-7. o.)

Állatövi fény a Zselicből.
Rendkívül látványos állatövi fényt fénykepezett Bakos Liza
Gálosfa mellől március 9-en, napnyugta után másfél órával
(Canon EOS 70D fénykepezőgép, ISO 3200 érzékenység)



1.990 Ft



2.490 FT



A Magyar Csillagászati Egyesület és a hazai amatőr csillagászok munkáját bemutató új dokumentumfilm a

CSILLAGNÉZŐK

megvásárolható DVD-n és Blu-Ray lemezen a

www.csillagnezok.hu/shop webáruházban és a
Budapesti Távcso Centrumban (www.tavcso.hu)



MAGYAR
CSILLAGÁSZATI
EGYESÜLET



SKYWATCHER STARDISCOVERY SZÉRIA



A tavaly bemutatkozott 150/750-es Newton-távcső után jelentősen kibővült a StarDiscovery mechanikán kínált tubusok köre.



A Star Discovery mechanika a Dual Encoder technológiának köszönhetően tetszés szerint mozgatható akár kézzel, akár motorokkal. Kézivezérlője 42 000 objektum adatait tárolja, nekünk csak ki kell választani azt, amelyiket meg szeretnénk nézni, – és a távcső magától rááll. A vezérlő ajánlati objektumokat is felsorol, így egy-két tucatnyi látványosabb objektum megfigyeléséhez nem is kell előre felkészülnünk. Ha mégis mi szeretnénk beállítani az objektumokat, akkor a távcsövet kézzel is mozgathatjuk, a szoftver pontosan tudni fogja hová álltunk. A beállított objektumok követése (órágép funkció) automatikus.

80/900 REFRAKTOR	154 900 Ft
102/500 REFRAKTOR	156 900 Ft
102/1300 MC	159 900 Ft
127/1500 MC	199 900 Ft
114/500 NEWTON	142 900 Ft
130/650 NEWTON	149 900 Ft
150/750 NEWTON	159 900 Ft